www.radio.ru

4 • 2011

РАДИО

АУДИО • ВИДЕО • СВЯЗЬ • ЭЛЕКТРОНИКА • КОМПЬЮТЕРЫ



Год 2011-й — Год российской космонавтики



Этот постер был выпущен редакцией в 1998 году в связи с 10-летием появления на борту орбитального комплекса «Мир» любительской радиостанции. Журнал «Радио» присутствует на фото не случайно — именно благодаря проявленной его сотрудниками инициативе была открыта эра любительской радиосвязи в длительных орбитальных полётах. Она успешно продолжается и сегодня на Международной космической станции.

На приведенном фото космонавт Муса Манаров (U2MIR) держит в руках февральский номер журнала за 1988 год, попавший весной того же года на борт «Мира» с первой посылкой из редакции. Затем последовала и вторая — уже с любительской радиостанцией и антенной, которую Муса установил на внешней оболочке комплекса во время очередного выхода в открытый космос... И космический радиолюбительский эфир ожил!

Комбинированные приборы АКТАКОМ – приставки к ПК

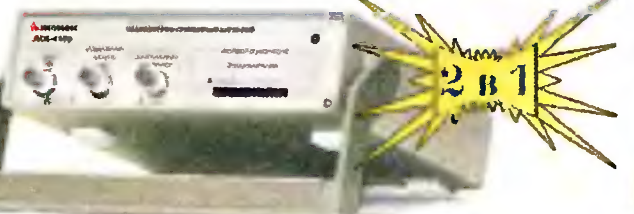


www.aktakom.ru www.aktakom.com

АСК-4106
Функциональный генератор + осциллограф



АСК-4166
Логический анализатор + генератор паттернов

АКС-4116
Осциллограф смешанных сигналов

АСК-4114, АСК-4174
Функциональный генератор + осциллограф + логический анализатор + генератор паттернов



- Высокие технические характеристики
- Запись сигналов в режиме самописца
- Спектральный анализ (БПФ)
- Логическая и цифровая фильтрация
- Расширенные возможности по измерению параметров сигналов
- Возможность удаленного управления приборами
- Комплекты разработчика SDK (LabVIEW, C++Borland Builder 6 и MS Visual Studio 7, NI LabWindows 7) под различные модули приборов

Работают во всех операционных системах Windows**

Назначение: комплексное исследование многофункциональных аналоговоцифровых электронных устройств, обеспечение наиболее комфортных условий для управления сложными исследованиями под управлением ПК.

* Оборудование включено в Госреестр средств измерений
** Windows 2000, XP, Vista, 7, за исключением прибора АСК-4166 (Windows 2000, XP)

Модель прибора	Осциллограф	Функциональный генератор	Логический анализатор	Генератор паттернов	Интерфейс	Измерительный комплекс
АСК-4106	2 кан / дискр-я 100 МГц / (строб) 10 ГГц	2 аналоговых вых / 10 МГц	—	—	USB	2 в 1: АСК-3106 + АНР-3121
АКС-4116	—	—	16 каналов / 2 Мб на канал/ 200 МГц	16 каналов / 100 МГц	USB	2 в 1: АКС-3166 + АНР-3616
АСК-4166	2 канала / дискр-я 100 МГц / (строб) 10 ГГц	—	16 каналов / 2 Мб на канал/ 200 МГц	—	USB	2 в 1: АСК-3106 + АКС-3166
АСК-4114	2 кан / дискр-я 100 МГц / (строб) 10 ГГц	2 аналоговых вых / 10 МГц	16 каналов / 2 Мб на канал/ 200 МГц	16 каналов / 100 МГц	USB	4 в 1: АСК-3106 + АКС-3166 + АНР-3121 + АНР-3616
АСК-4174	2 кан / дискр-я 100 МГц / (строб) 10 ГГц	2 аналоговых вых / 10 МГц	16 каналов / 2 Мб на канал/ 200 МГц	16 каналов / 100 МГц	USB, 10/100 Base-T (LAN)	4 в 1: АСК-3106 + АКС-3166 + АНР-3121 + АНР-3616

ПО АКТАКОМ Oscilloscope Pro
Полнофункциональное управление осциллографами, сбор данных измерений с двух каналов и их обработка

ПО АКТАКОМ Arbitrary Generator
Управление двух-канальным генератором, формирование сигнала и его подача на выходы.

ПО АКТАКОМ Logic Analyzer
Управление логическим анализатором, сбор данных измерений и их обработка

ПО АКТАКОМ Pattern Generator
Управление генератором цифровых последовательностей, формирование сигналов и их подача на выходы устройства

ПО АКТАКОМ Measuring Complex, АСК-4106-Р05
Одновременное управление осциллографом и генератором (АМХ), подача испытательных сигналов на устройство, сбор сигналов, показывающих отклик устройства. Снятие АХ, АЧХ, ФЧХ и переходных характеристик тестируемого устройства.
Одновременное управление осциллографом и логическим анализатором (АСК-4106-Р05)



ЭЛИКС, 115211, г. Москва, Каширское шоссе, д. 57, к. 5.
Тел./факс: (495) 781-49-69 (многоканальный);
Web: www.eliks.ru; E-mail: eliks@eliks.ru



В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Юрий Алексеевич Гагарин на коллективной радиолюбительской станции в пионерском лагере "Артек" (см. статью на с. 4).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:
МОБИЛЬНЫЕ СЕРВИСЫ
АКУСТИЧЕСКАЯ СИСТЕМА 100АС
МАЛОГАБАРИТНЫЙ АНАЛИЗАТОР СПЕКТРА
ЛАБОРАТОРНЫЙ БЛОК ПИТАНИЯ

Тираж журнала «Радио» № 3 сдан для рассылки подписчикам 03.03.2011 г.

Roland

ФРЕЗЕРНО-ГРАВИРОВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ





EGX-600/400

Размер рабочего стола EGX-600:
610 мм (X) x 407 мм (Y) x 42 мм (Z)

Размер рабочего стола EGX-400:
407 мм (X) x 305 мм (Y) x 42 мм (Z)

EGX-350

Размер рабочего стола EGX-350:
305 мм (X) x 230 мм (Y) x 40 мм (Z)

Высокоскоростные, высокоточные и доступные по цене фрезерно-гравировальные машины для изготовления печатных плат. Возможно как фрезерование разводки, так и сверление отверстий для установки микросхем и прочих деталей.

ОФИЦИАЛЬНЫЙ ДИСТРИБЬЮТОР

www.Roland.ru



Тел. (495) 981-49-65

imagine Roland®

Четырехкратная мощь диагностики

Новинка

Новая серия осциллографов-мультиметров Fluke 190 Series II ScopeMeter®: первые четырехканальные осциллографы для работы в условиях CAT IV

- Четыре независимых изолированных входных канала для тестирования трехфазной силовой электроники или тестирования промышленных систем автоматизации по трем осям.
- Рейтинг безопасности CAT III 1000 В/CAT IV 600 В.
- Высокая скорость сбора данных и большой объем памяти позволяют вам видеть больше и регистрировать больше.
- Литий-ионные аккумуляторы, обеспечивающие до 7 часов непрерывной работы, входят в стандартный комплект. Крышка батарейного отсека обеспечивает простой доступ к аккумуляторам.
- Изолированные порты USB для подключения устройств памяти и подключения к компьютеру.

Узнайте больше на
www.fluke.ru/4ch

FLUKE®

Fluke. *Мы приводим ваш мир в движение.®*

Отдел рекламы журнала «Радио»
тел.: 608 9945, тел./факс: 608 7713
advert@radio.ru



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции: 107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (495) 607-31-18. Факс: (495) 608-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**
Группа работы с письмами — (495) 607-08-48
Отдел рекламы — (495) 608-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (495) 608-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (495) 607-77-28
Бухгалтерия — (495) 607-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159
Банк получателя — ОАО "Сбербанк России" г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225
Подписано к печати 18.03.2011 г. Формат 60×84 1/8. Печать офсетная.
Объем 8 физ. печ. л., 4 бум. л., 10,5 уч.-изд. л.
В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032;
по каталогу Российской прессы ПОЧТА РОССИИ — 61972.

Отпечатано в ЗАО «ПОЛИГРАФИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС «ЭКСТРА М», 143400, Московская обл., Красногорский р-н, а/м «Балтия», 23 км.
Зак. 11-03-00275.

"Кедр" в любительском эфире

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Радиолюбители весьма ревностно отслеживают, кто из известных политиков, учёных, музыкантов, спортсменов и вообще знаменитых на нашей планете людей также увлекается любительской радиосвязью. В статьях и телевизионных передачах можно нередко прочитать или услышать, что их герои, не выходя из дома, запросто установили радиосвязь с президентом или королём, с известным музыкантом или лауреатом Нобелевской премии...

Списки наших коллег по увлечению из числа выдающихся личностей планеты выложены на многих сайтах в Интернете, в том числе и на российских. Попал в эти списки и первый космонавт планеты Юрий Алексеевич Гагарин. Кто из радиолюбителей первым сказал "Э!", сейчас установить уже, наверное, невозможно. Но ещё в доинтернетовскую эпоху в зарубежных радиолюбительских изданиях мелькали статьи с подобной информацией. В них даже "для достоверности" приводились фотографии карточки-квитанции, которую он якобы рассылал. Но именно эти фотографии для советских радиолюбителей служили подтверждением, что информация, скорее всего, ошибочна. Владелец этого позывного (ленинградский коротковолновик) был достаточно хорошо известен в радиолюбительских кругах. Но что бы там ни говорили, и сегодня на просторах Интернета можно встретить список "Известные земляне-коротковолновики", в котором значится и Юрий Алексеевич Гагарин.

Не был он радиолюбителем, как бы нам этого не хотелось. Хотя практическую радиосвязь — единственную ниточку, которая бы связывала его с Землёй во время полёта в Космос, — Юрий Алексеевич изучил достаточно основательно. Как, впрочем, и все его коллеги, которые готовились к космическим полётам. Знал он, в частности, и телеграфную азбуку, т. е. при необходимости в определённых ситуациях мог передать таким образом информацию о состоянии дел. Недаром телеграф, как самый надёжный по тем временам вид радиосвязи, был зарезервирован во всех связных системах его космического корабля.

И всё же Юрию Алексеевичу довелось поработать на любительских диапазонах. Случилось это 20 августа 1966 года. Во время поездки во всесоюзный пионерский лагерь "Артек" он посетил коллективную радиостанцию пионерлагеря U5ARTEK, которая в те годы весьма активно работала в эфире. И не отказался от предложения попробовать провести радиосвязь с кем-нибудь из радиолюбителей. На фотографии, размещенной на **1-й с. обложки** этого номера, запечатлен исторический для отечественного радиолюбительства момент — Юрий Алексеевич Гагарин работает на любительской радиостанции, а рядом с ним пионеры из Азербайджана (участники Всесоюзного слёта юных техников).

По воспоминаниям тогдашнего начальника коллективной радиостанции Бориса Гавренко (UB5SY), работал Гагарин на диапазоне 20 метров телефоном позывным U5ARTEK/КЕДР ("Кедр" — позывной, который он использовал во время полёта в Космос). Прохождение в тот момент было только в направлении Средней Азии. Связей Юрий Алексеевич провёл немного и почему-то волновался перед микрофоном. Но всё прошло прекрасно. ■

Пульт космонавтов

Д. ЛАВРОВ, Ю. ТЯПЧЕНКО, г. Москва

В статье, опубликованной в предыдущем номере журнала, отмечалось, что в рамках подготовки к первому полёту человека в космос приходилось искать и находить решения для задач, которые не возникали при разработке техники, предназначенной для использования в "земных" летательных аппаратах. Одно из таких устройств для пилотируемых космических аппаратов — это принципиально новая система отображения информации и управления кораблём. Как и при разработке радиотехнических устройств корабля "Восток" и последующих аппаратов, её создателям приходилось, естественно, исходить от опыта, уже накопленного в авиации.

О том, как создавались пульт управления космического корабля и система отображения информации, рассказывают участник этой работы (начиная с корабля "Восток-1") Д. Н. Лавров и участник последующих разработок Ю. А. Тяпченко. Их рассказ даёт представление о том, как непрост был путь создателей космической техники для пилотируемых полётов к триумфу их разработок — полёту Юрия Алексеевича Гагарина 12 апреля 1961 года.

Известно, что отечественная ракетная техника и затем космонавтика с самого их зарождения развивались на основе программных методов управления полетом и полной автоматизации обслуживающих систем. На этом фоне перед создателями пилотируемых космических аппаратов возникла проблема — место человека в системе управления. Возникнув более полувека назад, она каждый раз обостряется во время реализации новых проектов. Особой остроты и драматизма эта проблема достигла при создании системы управления "Бурана". Но возвращаясь к началу пилотируемой космонавтики, можно сказать, что задача включения человека в контур управления космического корабля была успешно решена проектантами корабля К. П. Феоктистовым, В. В. Молодцовым, О. Г. Макаровым и коллективом под руководством С. Г. Даревского.

На память после полёта в космос.

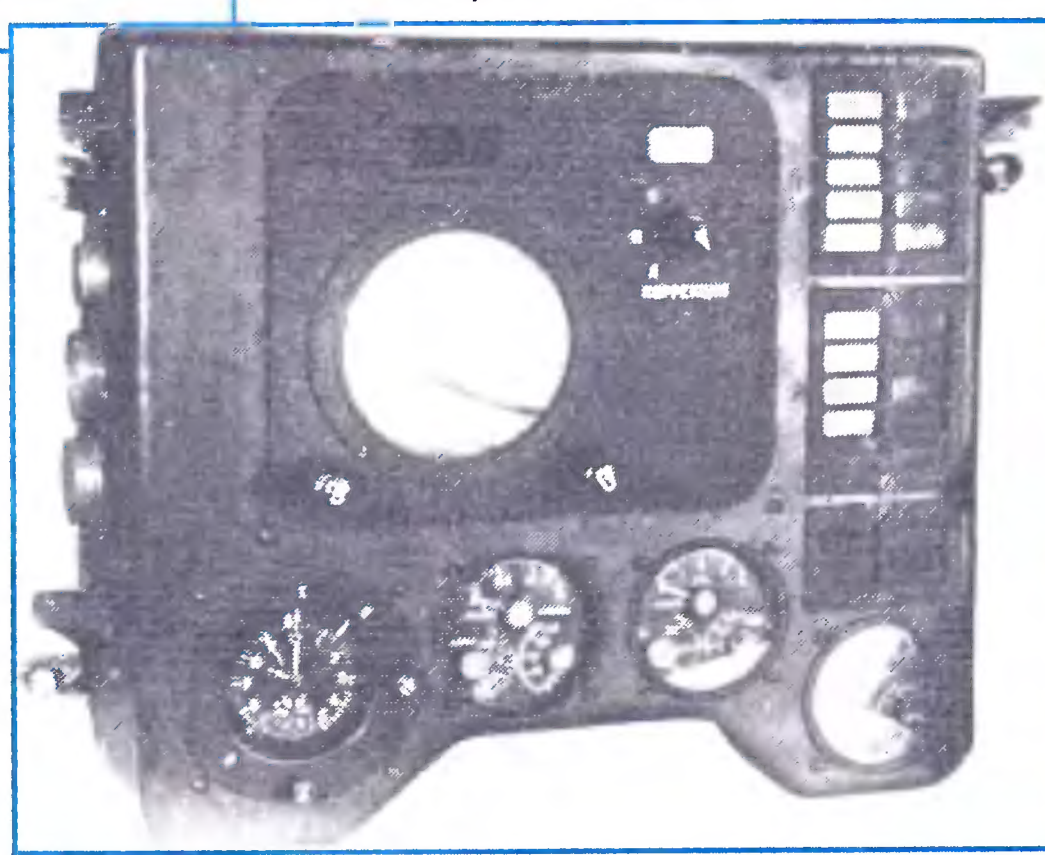
Эти успехи стали возможными благодаря работе, которая велась под руководством С. Г. Даревского в ЛИИ по созданию стандартной кабины для самолетов и которая не нашла поддержки у генеральных конструкторов самолетов и вертолетов, а также специалистов ВВС. Но эту работу поддержал генерал-майор М. Н. Мишук, возглавлявший в те годы научно-технический комитет ВВС. Он же предложил реализовать идеи создания единой системы отображения информации при разработке кабины первого пилотируемого космического корабля. Он помог установить контакты с проектантами ОКБ (ныне РКК "Энергия") и затем с С. П. Королевым.

Начиная работу в интересах космонавтики, С. Г. Даревский не мог и предположить, что его будут исключать из партии за авантюризм. Авантюризмом считалась работа по созданию пульта космонавтов. Так тогда была оценена работа рядом ученых и партийных лидеров ЛИИ. Отделался он выговором. Начатые работы находились на грани срыва, и только вмешательство С. П. Королева, поддержка начальника института Н. С. Строева и руководства филиала ЛИИ позволили продолжить работу. В кратчайшие сроки были созданы уникальный электромеханический индикатор местоположения корабля и места посадки, программно-временной индикатор, компактная ручка дистанционного управления движением корабля, аналогов которым не было в мировой практике.

Космонавта надо было информировать о координатах и о физико-географических условиях районов местоположения и места приземления, поэтому отсчетная часть индикатора была выполнена в виде глобуса, на котором приведен рельеф Земли. Он имитировал движение корабля относительно земной поверхности. Глобус вращался относительно двух осей: с постоянной скоростью по отношению оси полюсов и регулируемым периодом обращения космического корабля относительно оси орбиты. Индикация места посадки осуществлялась поворотом глобуса относительно орбитальной оси на некоторый угол. Он соответствовал проекции траектории полета на земную поверхность с момента включения тормозной двигательной установки до приземления и относительно оси полюсов на угол, равный повороту Земли вследствие суточного вращения за время полета корабля по траектории спуска. В качестве двигателя, приводящего глобус в движение относительно обеих осей, был выбран шаговый двигатель, получавший стабилизированные импульсы от единого временного устройства космического корабля.

Космонавту была предоставлена возможность ручного управления положением пилотируемого космического аппарата и запуска двигателя. Вместе с тем были приняты меры, исключающие несанкционированное включение режима ручного спуска. Для этого в составе пульта имелся кодовый замок — после его включения разрешалось ручное управление. Код выдавался космонавту перед полетом. В случае отказа автоматики конверт с кодом должен вскрываться космонавтом по разрешению с Земли. Решение о возможности ручного управления ориентацией и запуска двигателя было принято С. П. Королевым. Позже кодовый замок был исключен из состава пульта, начиная с полета Г. С. Титова.

Возвращаемся к воспоминаниям. Итак, основные проектные работы по пульту первого корабля были выполнены в лаборатории С. Г. Даревского. Основные проектанты: Д. Н. Лавров — определение состава и компоновка приборной доски, пульта управления, создание ручки управления и индикатора временного комбинированного; Г. С. Макаров — создание индикатора



Так выглядела приборная доска пульта.





местоположения корабля на орбите; Е. Н. Носов — разработка электрических схем пульта и приборной доски, методик испытаний пультов в составе корабля, создание кодового замка; С. Т. Марченко — создание на базе авиационных трехстрелочных приборов индикаторов параметров воздуха в кабине, давления в баллонах наддува и т. п., а также контрольно-проверочной аппаратуры. Непосредственное участие в создании пульта принимали Н. А. Ощепков, В. Н. Максимова, В. Н. Элькснин, В. В. Горячев.

Опыт работы в ЛИИ подсказывал, что прежде чем принять окончательное решение по средствам и способу отображения информации и органам ручного управления с участием операторов, необходимо провести исследования в условиях, максимально приближенных к штатным. Для этого начал создаваться моделирующий стенд.

Конструкторские работы по созданию экспериментальных средств отображения и ручек управления, приборной доски и пульта управления, а также составных частей моделирующего стенда были выполнены в конструкторском бюро филиала ЛИИ под руководством В. И. Аверина. Наиболее сложными приборами системы отображения информации были индикатор местоположения, индикатор временно́й комбинированный и ручка управления. В создании первого прибора решающая роль принадлежит Г. С. Макарову и конструктору А. Белову, а второго — Д. Н. Лаврову.

Экспериментальные средства отображения и управления, а также приборная доска и пульт управления были изготовлены в опытном производстве филиала ЛИИ под руководством Н. Я. Цивлина.

Для исследования и оценки системы индикации и ручного управления в лаборатории под руководством Э. Д. Кулагина был создан моделирующий стенд. Он позволял имитировать условия работы космонавта, достаточно близкие к реальным условиям полета, что особенно важно — на стенде моделировались варианты аварийных ситуаций. В дальнейшем на основе этого стенда родилось новое направление — тренажеростроение.

В августе 1960 г. в ЛИИ приехали С. П. Королев и Н. П. Каманин, которых в конце визита привели в лабораторию С. Г. Даревского, где им продемонстрировали действующий моделирующий стенд корабля "Восток". Именно тогда Н. П. Каманин предложил С. П. Королеву тренировать первую группу космонавтов на этом стенде. С. П. Королев одобрил предложение и дал указание поставить в филиал ЛИИ полноразмерный макет кабины корабля "Восток".

Через несколько недель в условиях строжайшей секретности макет установили на втором этаже корпуса филиала. И уже 20 октября 1960 г. С. Г. Даревский прочитал вводную лекцию первой группе из отряда космонавтов: Ю. Гагарину, Г. Титову, Г. Нелюбову, А. Николаеву, П. Поповичу и В. Быковскому. В последующем к ним присоединились В. Комаров, А. Леонов и др.

Тогда они еще не знали, кто полетит первым. Этот выбор был сделан после обучения и тренировок на моделирующем стенде-тренажере. Впоследствии Н. П. Каманин говорил, что именно он рекомендовал С. П. Королеву старшего лейтенанта Ю. Гагарина в качестве первого космонавта.

Методическую работу возглавил заслуженный летчик-испытатель М. Л. Галлай, которого к этой работе не очень хотел допускать С. Г. Даревский. Тем не менее участие М. Л. Галлая значительно повысило доверие к проводимым занятиям.

Кодовый замок
Гнездо для кодового ключа
Инвентарный номер кодового ключа
31367
Один из кодовых ключей
Кодовый ключ вставлен в замок

А это — кодовые ключ и замок "Востока-1".

Космонавтов разместили в корпусе поликлиники ЛИИ, так что у создателей пульта контакт с ними был "круглосуточный". Вместе ходили в столовую, в свободное время играли в волейбол, а они с интересом "выпытывали" технические подробности.

По результатам тренировок и испытаний рождались многочисленные замечания и предложения по их устранению. Это требовало оперативной доработки пультов. В этих условиях изготовление пультов целесообразно было вести на предприятии, максимально приближенном к разработчикам.

Исходя из этого, было принято решение изготавливать летные образцы приборных досок и пультов на базе производства ЛИИ. При поддержке начальника ЛИИ Н. С. Строева такой подход был одобрен несмотря на то, что такая работа не свойственна институту.

Конструкторская документация была разработана в конструкторском бюро комплекса 5 ЛИИ бригадой под руководством Э. Е. Цыпина. Создание опытных штатных образцов всех приборов было поручено ОКБ 448 в Ленинграде, главным конструктором которого в ту пору был В. В. Медведев.

Группа конструкторов ОКБ 448 (В. Ремизов, В. Сасько, М. Темкин, Н. Лях и др.), взяв за основу документацию КБ филиала ЛИИ на опытные образцы приборов, сумели в короткий срок изготовить, испытать и поставить в ЛИИ летные образцы.



Внешний вид пульта управления.

В результате в декабре 1960 г. первый летный комплект приборной доски и пульта был изготовлен, прошёл все виды наземных испытаний и в январе 1961 г. отправлен в ОКБ.

12 апреля по двухчасовой готовности в кабине корабля один из авторов этой статьи (Д. Н. Лавров) под двойным контролем выставил на глобусе местоположение корабля на расчетный момент его разделения от последней ступени. На бортовых часах было установлено московское время. Через 3 часа 8 минут мир узнал о первом в мире человеке, который покорил космос. ■



Школа № 1, г. Гагарин

В день 77-й годовщины со дня рождения Юрия Алексеевича Гагарина (9 марта этого года) в школе № 1 имени Ю. А. Гагарина состоялось торжественное открытие коллективной радиостанции RK3LG. В церемонии открытия участвовал космонавт Александр Скворцов (бортинженер 23-го экипажа МКС и командир 24-го экипажа МКС), а также участник проекта "МАРС" космонавт-испытатель Сергей Рязанский. Сергей, между прочим, внук главного конструктора радиотехнических систем космической техники Михаила Сергеевича Рязанского. Он был членом Совета главных конструкторов, который возглавлял Сергей Павлович Королёв. Мы рассказывали о его легендарном деде в февральском номере журнала за этот год.

На открытии присутствовали учащиеся школы, а также радиолюбители г. Гагарина и г. Смоленска.

Космонавт Александр Скворцов оставил свои автографы на памятных дипломах. Они будут разосланы радиолюбителям других городов, которые провели радиосвязи с RK3LG в день её открытия.

Фотоотчёт об этом мероприятии есть на сайте **<http://gagarinradio.narod2.ru/rk3lg/>.**



Любительская радиосвязь — это интересно! Слева направо – председатель самодеятельного радиоклуба г. Гагарина Игорь Попов (RZ3LC), космонавт-исследователь Сергей Рязанский и космонавт Александр Скворцов.



Обладателями памятных дипломов с автографами Александра Скворцова станут коротковолновики страны, которым посчастливилось провести радиосвязи с RK3LG в этот памятный день.

На космических радиолюбительских диапазонах

Сергей САМБУРОВ (RV3DR), г. Королев Московской обл.

В этом году отмечается знаменательная дата в истории не только российской, но и мировой космонавтики — 50-летие полета в космос первого человека, Ю. А. Гагарина. В ознаменование этой даты 2011 год объявлен в России годом космонавтики. Юрий Алексеевич после своего исторического полета приезжал в г. Калугу, где встречался с семьей К. Э. Циолковского. Во время этой встречи автору статьи посчастливилось лично увидеть Ю. А. Гагарина.

Впервые в мире радиолюбительская связь с борта космической пилотируемой станции была разработана и организована автором статьи в 1988 году на орбитальном комплексе "Мир" [1]. Однако первая радиолюбительская аппаратура была установлена на американском космическом корабле "Шаттл", и в 1983 году проведены сеансы связи [2].

В этом юбилейном году на борту Международной космической станции (МКС) будут работать экипажи с порядковыми номерами от 25-го по 30-й. Все экипажи проходят подготовку по бортовой системе радиолюбительской связи "Спутник" (об этом можно прочитать в журнальных публикациях [3—8]). Будем надеяться, что в этом году космонавты станут активно выходить в эфир на радиолюбительских диапазонах. За время существования МКС уже организовано и проведено между экипажами и школьниками и студентами более 500 сеан-



Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18
РАДИО № 4, 2011

РАДИО®



Фото 2

В настоящее время на борту станции работают экипажи МКС 25 и 26 (**фото 1**, **2**). Сейчас проходят подготовку, в том числе по радиолюбительской связи, экипажи МКС 28 и 29. К моменту выхода этого номера журнала на борту планируется работа экипажа МКС 27, а экипаж МКС 25 должен возвратиться на землю.

В этом году продолжатся космические эксперименты, связанные с радиолюбительским оборудованием, "Тень-Маяк" — передача зондирующих сигналов на радиолюбительских частотах и "МАИ-75" — передача цифровых изображений в режиме SSTV. Планируется также запуск радиолюбительского спутника по программе космического эксперимента "Радиоскаф" (**фото 3**). Спутник получил собственное имя "Кедр" в честь позывного Ю. А. Гагарина и радиолюбительский позывной RS1S.



Фото 3

Спутник будет передавать на частоте 145,950 МГц голосовые сообщения — приветствия на разных языках, в том числе три — на русском, телеметрию о состоянии бортовых систем и информацию от научного оборудования, SSTV-изображения. Режим работы передатчика спутника — передача в течение 30 с и затем пауза 2 мин. Сейчас спутник уже находится на борту МКС, и в апреле запланированы тестовые включения передатчика с подключением внешней антенны МКС. О работе спутника информация будет размещена на сайте журнала <**www.radio.ru**> и сайте <**www.qrz.ru**>.

сов связи. Наибольшее число таких сеансов у американских астронавтов.

Провести сеанс связи с экипажем просто, но следует соблюдать ряд правил. Сеанс необходимо планировать, поскольку МКС все-таки не радиоклуб и члены экипажа не дежурят постоянно у радиостанции. Для проведения радиосвязи, естественно, должна быть аппаратура с необходимыми параметрами. Организация сеанса проводится в два этапа.

На первом этапе следует направить заявку на сайт <**www.rs0iss.ru**> по стандартной форме и обсудить техническую возможность проведения такой связи. Если сеанс технически обеспечивается, то претендента включают в список заявок. После формирования список заявок на квартал направляют в ЦУП, где планируют возможное время проведения сеансов связи с учетом особенности программы полета экипажа. Затем согласовывают конкретную дату и время проведения сеанса связи с заявителем и организуют сеанс связи.

Заявки на получение QSL-карточек следует направлять Александру Давыдову RN3DK [7].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Степанов Б.** Земля как бы оживает... — Радио, 1990, № 1, с. 13—15.
2. **Самбуров С.** Радиолюбительство на борту МКС продолжается. — Радио, 2009, № 4, с. 4, 5.
3. **Самбуров С.** На борту Международной космической... — Радио, 2001, № 4, с. 59, 60.
4. **Самбуров С.** На связи — Международная космическая станция. — Радио, 2003, № 4, с. 59.
5. **Самбуров С.** Радиолюбительство на МКС — новый этап. — Радио, 2004, № 4, с. 4, 5.
6. **Самбуров С.** Радиолюбительство на орбитальных станциях. — Радио, 2006, № 4, с. 4, 5.
7. **Самбуров С.** Космонавты — радиолюбители. — Радио. 2007. № 4. с. 4. 5.
8. **Самбуров С.** Радиолюбительство в космосе продолжается. — Радио, 2008, № 4, с. 4, 5.

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 608-83-05



Несколько слов об интернет-протоколе

А. ГОЛЫШКО, канд. техн. наук, г. Москва

"Когда то, чего мы очень долго ждем, наконец приходит, оно кажется неожиданностью".

Марк Твен

О протоколе

В общем виде протокол — это совокупность правил, в соответствии с которыми происходит передача информации. Применительно к Интернету — через Интернет. Применительно к милиции — через бумажное делопроизводство.

В 1972 г. по заказу Министерства обороны США группа разработчиков под руководством Винтона Серфа разработала протокол TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol — Протокол управления передачей/Протокол Интернета). Несомненно, военные — это первые почитатели понятия "надежность" во всех смыслах. Ведь в обстановке боевых действий, когда любой из узлов связи может быть выведен из строя, возникает серьезная непредсказуемость состояния маршрута, по которому будет передана та или иная информация. Поэтому основной задачей при разработке сетевого протокола являлась его "неприхотливость", чтобы он мог работать с любым сетевым окружением и, кроме того, обладать гибкостью в выборе маршрута. Сегодня все мы знаем, что это удалось. В 1997 г. Президент США Билл Клинтон наградил В. Серфа и его коллегу Роберта Кана Национальной медалью за заслуги в области технологии, отметив их вклад в становление и развитие Интернета.

Постепенно TCP/IP перерос свое изначальное предназначение и стал основой не только для локальных сетей, но и для быстро растущей глобальной сети, известной как Интернет. Он состоит из двух уровней: протокол верхнего уровня (TCP) отвечает за правильность преобразования сообщений в пакеты информации, из которых на приемной стороне собирается исходное послание, а протокол нижнего уровня (IP) — за правильность доставки сообщений по указанному адресу. В общем случае пакеты одного сообщения могут доставляться разными путями в зависимости от того, какой путь в каждый момент времени окажется лучше.

Итак, протокол IP предназначен для использования в соединенных между собой компьютерных сетях обмена данными на основе коммутации пакетов. Протокол обеспечивает передачу блоков данных, называемых дейтаграммами между отправителем и получателем, хосты (это жаргонное слово означает любое устройство, предоставляющее сервисы формата "клиент-сервер" в режиме сервера по каким-либо интерфейсам и уникально определённое на этих интерфейсах, что означает чаще всего любой компьютер, сервер, подключённый к локальной или глобальной сети) которых идентифицируются адресами фиксированной длины. Протокол также обеспечивает фрагментацию и сборку для дейтаграмм большого размера, если сеть не позволяет передать дейтаграмму целиком. Протокол IP ограничивается доставкой битовых пакетов (дейтаграмм) от отправителя к получателю через систему соединенных между собой сетей. Протокол не поддерживает механизмов повышения надежности сквозной доставки, управления потоком данных, сохранения порядка и других функций, общепринятых для протоколов прямого взаимодействия между хостами. Протокол IP использует услуги поддерживающих этот протокол сетей для предоставления услуг различного типа и с разным качеством.

Протокол IP выполняет две основные функции — адресацию и фрагментацию/сборку дейтаграмм. Модули IP используют адреса из заголовков IP для передачи дейтаграмм в направлении получателя. Процесс выбора пути к адресату называется маршрутизацией. Кроме того, эти модули (особенно в маршрутизаторах) выполняют процедуры принятия решения о пересылке дейтаграмм и выполняют еще ряд функций.

Протокол IP трактует каждую дейтаграмму как независимый элемент, не связанный с другими дейтаграммами IP. Для обеспечения сервиса протокол IP использует четыре ключевых механизма: ToS (Type of Service — тип обслуживания), TTL (Time to Live — время жизни), Options (опции) и Header Checksum (контрольная сумма заголовка).

Тип обслуживания (ToS) используется для индикации желаемого качества сервиса. Это абстрактный или обобщенный набор параметров, характеризующих выбранный сервис, который обеспечивается в сетях, образующих Интернет. Индикация ToS используется маршрутизаторами для выбора реальных параметров передачи применительно к конкретной сети, следующего интервала или следующего маршрутизатора при доставке дейтаграмм IP.

Время жизни TTL определяет максимальный срок существования (время саморазрушения) дейтаграмм IP (если этого не делать, Интернет быстро "замусорится"). Это значение устанавливается отправителем и уменьшается в каждой точке на пути доставки, где дейтаграмма подвергается обработке. Если значение TTL становится нулевым до того, как дейтаграмма будет доставлена адресату, такая дейтаграмма просто уничтожается.

Опции обеспечивают функции контроля, требуемые или полезные в некоторых ситуациях, но не используемые для большинства рутинных задач. Они включают в себя временные метки, параметры безопасности и специальные средства маршрутизации.

Контрольная сумма заголовка обеспечивает возможность проверки корректности передачи дейтаграмм IP. Если при передаче дейтаграмма была повреждена и вычисленная заново при обработке контрольная сумма заголовка не совпадет с содержащимся в дейтаграмме значением контрольной суммы, то такая дейтаграмма отбрасывается как ошибочная.

Адресация

IP-адрес — это уникальный числовой адрес, однозначно идентифицирующий узел, группу узлов или сеть. IP-адрес имеет длину 4 байта и обычно записывается в виде четырех чисел (так называемых "октетов"), разделенных точками — W.X.Y.Z, каждое из которых может принимать значения в диапазоне от 0 до 255, например, 213.128.193.154. Существуют пять классов IP-адресов — A, B, C, D, E. Принадлежность IP-адреса к тому или иному классу определяется значением первого октета (W). В **табл. 1** показано соответствие значений первого октета и классов адресов.

Таблица 1

Класс IP-адреса	Диапазон первого октета
A	1 — 126
B	128 — 191
C	192— 223
D	224 — 239
E	240 — 247

IP-адреса первых трех классов предназначены для адресации отдельных узлов и отдельных сетей. Такие адреса состоят из двух частей — номера сети и номера узла. Такая схема аналогична схеме почтовых индексов — первые три цифры кодируют регион, а остальные — почтовое отделение внутри региона. Преимущества двухуровневой схемы очевидны: она позволяет, во-первых, адресовать целиком отдельные сети внутри составной сети, что необходимо для обеспечения маршрутизации, а во-вторых — присваивать узлам номера внутри одной сети независимо от других сетей. Естественно, что компьютеры, входящие в одну и ту же сеть, должны иметь IP-адреса с одинаковым номером сети.

IPv4 и его проблемы

Сегодня основной частью стека протоколов TCP/IP является протокол IPv4 (или RFC 791), из описания которого и взято вышеизложенное. RFC (Request for Comments или Запрос на коммента-

РАДИО®
НАУКА И ТЕХНИКА
тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2011

рии) — это серия документов, публикуемая сообществом исследователей и разработчиков, руководствующихся практическими интересами, в которой описывается набор протоколов и обобщается опыт функционирования Интернета.

Итак, IPv4 занимается маршрутизацией в сетях, т. е. он направляет пакет по пути от отправителя до получателя. Каждая такая дейтаграмма, кроме передаваемых данных, содержит в себе и заголовок, формат которого показан в **табл. 2**.

отправителя и другими параметрами в ответ на системный вызов.

Вот так все и работало много-много лет, пока не выяснилось, что IPv4 имеет целый ряд недостатков, причем "проблемность" первого из них в последнее время растет быстрее всего:

• дефицит адресного пространства — количество различных устройств, подключаемых к сети Интернет, растет экспоненциально, размер адресного пространства 232 быстро истощается;

• слабая расширяемость протокола — недостаточный размер заголовка IPv4, не позволяющий разместить в нем требуемое количество дополнительных параметров;

• проблема безопасности коммуникаций — не предусмотрено каких-либо средств для разграничения доступа к информации, размещенной в сети;

• отсутствие поддержки качества обслуживания — не поддерживается размещение информации о пропускной способности, задержках, требуемой для нормальной работы некоторых сетевых приложений (для загрузки файлов это, конечно, не критично, а вот, к примеру, для проведения интернет-трансляции жизненно важно доставлять пакеты в целости и сохранности и вовремя);

• проблемы, связанные с механизмом фрагментации, — не определяется размер максимального блока передачи данных по каждому конкретному пути;

• отсутствие механизма автоматической конфигурации адресов;

• проблема перенумерации машин.

Главное же — нынешние темпы развития Интернета грозят скорым окончанием запасов свободных IPv4-адресов. Об этом в середине 2010 г. сообщил президент и исполнительный директор Американского реестра интернет-адресов (ARIN) Джон Керран. Поскольку в наиболее широко применяемом сегодня в Интернете протоколе IPv4 используются 32-битные адреса, из этого следует, что в рамках данного протокола можно создать в общей сложности порядка 4 млрд IP-адресов. По данным ARIN, на тот момент оставались свободными около 234 млн адресов, т. е. менее 6 % общего адресного пространства. Этих "запасов" хватит менее чем на год, заявил Д. Керран, и впоследствии его слова были подтверждены В. Серфом. Следует сказать, что об "адресной проблеме" специалисты активно говорят уже несколько лет, и для нее давно существует решение в лице IPv6, но...

При отсутствии свободного адресного ресурса провайдеры идут на различные уловки, вроде использования NAT (Network Address Translation или "преобразование сетевых адресов" — механизм в сетях TCP/IP, позволяющий преобразовывать IP-адреса транзитных пакетов) и динамически переназначаемых IP-адресов. В частности, NAT выполняет три важные функции:

1. Позволяет в некоторых случаях сэкономить IP-адреса, транслируя несколько внутренних IP-адресов в один внешний публичный IP-адрес (или в несколько, но меньшим числом, чем внутренних). По такому принципу построено большинство сетей в мире: на небольшой район домашней сети местного провайдера или на офис выделяется один публичный (внешний) IP-адрес, за которым работают и получают доступ интерфейсы с приватными (внутренними) IP-адресами.

2. Позволяет предотвратить или ограничить обращение снаружи ко внутренним хостам, оставляя возможность обращения изнутри наружу. При инициации соединения изнутри сети создаётся трансляция.

3. Позволяет скрыть определённые внутренние сервисы внутренних хостов/серверов. Таким же образом повышается безопасность и производится сокрытие "непубличных" ресурсов.

По убеждению представителей **ICANN**, указанные уловки — лишь отсрочка приговора. А по убеждению "сетевой общественности", использование механизма NAT позволит провайдерам безбедно прожить еще лет этак 20, а **ICANN** просто хочет "построить" всех под IPv6, чтобы дать заработать производителям оборудования. Кто-то считает, что если ввести возможность перепродажи IP-адресов и биржевую цену, то завтра появятся тысячи операторов, которые будут не запрашивать адреса в IPv4, а наоборот, возвращать их на рынок.

Однако решать же все указанные еще выше проблемы IPv4 дополнительно — пустая трата времени. И исчерпание адресного пространства — лишь одна из проблем (и, добавим, наиболее понятная неспециалисту, включая чиновников). В любом случае для этого придётся вносить изменения в стек TCP/IP. В общем, IPv4 славно отслужил Интернету почти 30 лет, но неисправимые на сетевом уровне недостатки можно исправить только внедрением нового протокола. Как бы то ни было, уже очень скоро телекоммуникационным операторам придется активно внедрять альтернативные решения, наиболее приемлемым из которых является протокол IPv6. В IPv6 используется 128-битная адресация. В настоящее время IPv6 уже используется в нескольких сотнях сетей по всему миру (более 2300 сетей по данным на июль 2010 г.). Кроме того, о наличии под-

Таблица 2

<table>
<tr><td colspan="8">0</td><td colspan="8">1</td><td colspan="8">2</td><td colspan="8">3</td></tr>
<tr><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td><td>0</td><td>1</td><td>2</td><td>3</td><td>4</td><td>5</td><td>6</td><td>7</td></tr>
<tr><td colspan="3">Версия</td><td colspan="5">Длина заголовка</td><td colspan="8">Тип сервиса</td><td colspan="16">Полная длина дейтограммы</td></tr>
<tr><td colspan="16">Идентификатор</td><td colspan="3">Флаги</td><td colspan="13">Указатель фрагмента</td></tr>
<tr><td colspan="8">Время жизни (TTL)</td><td colspan="8">Протокол</td><td colspan="16">Контрольная сумма заголовка</td></tr>
<tr><td colspan="32">IP-адрес отправителя</td></tr>
<tr><td colspan="32">IP-адрес получателя</td></tr>
<tr><td colspan="16">IP-опции</td><td colspan="16">Данные</td></tr>
</table>

Обычно заголовок имеет длину 20 байт, но эта длина может варьироваться, что отнюдь не упрощает процесс передачи данных.

Процесс передачи дейтаграмм от одной прикладной программы к другой можно проиллюстрировать приведенным ниже сценарием. Для простоты предположим, что передача включает лишь один промежуточный шлюз, расположенный между хостами (компьютерами, на которых установлены соответствующие программы, обменивающиеся информацией).

Вначале передающая программа готовит свои данные и вызывает локальный модуль IP для передачи этих данных как дейтаграммы, указывая адрес получателя и другие параметры в качестве аргументов. Модуль IP готовит заголовок дейтаграммы и присоединяет к нему данные. После этого модуль IP определяет локальный сетевой адрес для указанного получателя (в данном случае это адрес шлюза). Далее модуль передает дейтаграмму и локальный адрес локальному сетевому интерфейсу. Интерфейс канального уровня создает заголовок и присоединяет к нему дейтаграмму IP, после чего пакет передается в локальную сеть. Дейтаграмма приходит на хост-шлюз в пакете канального уровня. Интерфейс канального уровня удаляет заголовок канального уровня и передает дейтаграмму модулю IP. Модуль IP определяет на основе IP-адреса, что дейтаграмму следует переслать хосту другой сети. Тогда модуль IP определяет адрес канального уровня для пересылки дейтаграммы получателю и вызывает интерфейс канального уровня той сети, куда будет передаваться дейтаграмма. Интерфейс канального уровня создает заголовок и, присоединив к нему дейтаграмму, передает пакет хосту-адресату. На хосте получателя дейтаграмма выделяется из пакета интерфейсом канального уровня и передается модулю IP. Модуль IP определяет по заголовку, что дейтаграмма адресована приложению на данном хосте, и передает прикладной программе данные из дейтаграммы вместе с адресом

держки IPv6-протокола давно заявляли такие интернет-гиганты, как **Google**, **Facebook**, **Microsoft**, **Apple** и др. Но мы, кажется, забежали вперед с шестой версией IP-протокола. А где же пятая версия?

IPv5 и прочие "шутки" разработчиков

В реальности между разработкой 4-й и 6-й версиями IP-протоколов был почти двадцатилетний перерыв. Это было время экспериментов, когда в конце 70-х годов интернет-сообщество предприняло попытку создать протокол, удобный для вещания голосовых и видеоданных. Так был создан экспериментальный протокол ST — Internet Stream Protocol (RFC 1819). Чуть позднее он был модернизирован в ST2 и начал использоваться в коммерческих проектах таких компаний, как **IBM**, **Sun**, **NeXT**, **Apple** и др. Этот протокол отличался от IPv4 тем, что умел устанавливать соединение и поддерживал стандарты качества обслуживания QoS (Quality of Service), но он планировался лишь как дополнение к IPv4 для узкого круга пользователей и не вошёл в стек TCP/IP. Именно ST и ST2 был присвоен номер версии 5, хотя официально его так и не назвали IPv5. Сетевые предания говорят также о том, что поначалу ему по оплошности даже хотели присвоить цифру 7. Ошибка была исправлена RFC до выхода протокола в свет.

Оказывается, еще был и IPv9 — то ли протокол, то ли шутка. 1 апреля 1994 г. был выпущен документ RFC 1606, который ничего общего с интернет-сообществом не имел, но почему-то запомнился. Еще раз об IPv9 заговорили летом 2004 г., когда стало известно, что в Китае собираются внедрять технологию с таким названием с десятизначной системой адресации, совместимой как с IPv4, так и с IPv6. На самом деле создатели IPv9 предложили использовать в качестве дополнительных имен web-сайтов десятизначные телефонные номера. То есть эта система была простой надстройкой над обычными DNS-серверами и переводила введенный в строку браузера телефонный номер в обычный IPv4- или IPv6-адрес. Кроме того, китайским разработчикам показалось, что даже 128-битного IPv6-адреса будет недостаточно и предложили использовать 256-битную адресацию. Все эти идеи специалистам не понравились, и после открытого и весьма резкого письма В. Серфа китайскому интернет-сообществу все стихло.

Для полноты картины следует упомянуть также протоколы IPv8, еще один IPv9 и IPv12, "разработанные" неким Джимом Флемингом, но, как говорят специалисты, эти протоколы существовали только в воспалённом мозгу своего создателя.

IPv6, как осознанная необходимость

Переход к IPv6 (RFC 2460) — это основной фактор дальнейшего развития глобальной сети Интернет. Несколько лет назад проходила информация, будто переход на IPv6 как раз и должен завершиться до 2011 г. В реальности же на большинстве популярных зарубежных ресурсов такой поддержки нет и поныне, но свободные адреса IPv4 закончились в феврале 2011 г. Дальше всех продвинулись там, где действительно серьезно размышляют о судьбе и роли национальной супермагистрали на уровне госполитики. Вот, к примеру, одним из лидеров является Япония, где IPv6 развит хорошо потому, что в стране огромное количество устройств и сервисов, а также есть государственная поддержка в виде налоговых льгот для компаний, работающих с IPv6. Да и начали они заниматься этим где-то в 2005 г. Южная Корея тоже давно провозгласила переход на IPv6. Большой интерес к IPv6 в Китае, где **China Telecom** в 2009 г. развернула экспериментальную сеть IPv6. Следует отметить, что период 2008—2009 гг. был в некотором роде критической точкой, когда в китайской научной среде шли ожесточенные споры о необходимости крупномасштабного развертывания инфраструктуры IPv6, но в 2010 г. на Шанхай-Экспо и Азиатских Играх в Гуанчжоу уже использовались сервисы IPv6. **China Mobile** с помощью IPv6 расширяет возможности своей 3G-сети. **China Unicom** в 2010 г. тестирует IPv6-сети доступа на более чем 20 тыс. пользователей. В Европе **France Telecom** в 2009 г. начал тестирование IPv6-сети, в том числе для мобильной связи. Польша также проявляет большой интерес к IPv6. Правительство США и Пентагон заинтересовались миграцией своих сетей на IPv6 в 2008 г. Результат — мировой рейтинг США по выдаче префиксов IPv6 вырос с № 11 до № 1.

В целом IPv6 имеет много полезных особенностей:

- IPv6 использует 128-битную адресацию, что дает нам порядка $3\cdot10^{38}$ уникальных адресов, и если даже каждый квадратный сантиметр суши нашей планеты подключится к Интернету, в его распоряжении может быть выделено по меньшей мере семь IP-адресов, что весьма актуально, ибо прогрессивное человечество собирается подключить к Интернету за ближайшую пятилетку десятки миллиардов "вещей" — от зубных щеток и холодильников до автомобилей и самолетов;
- маршрутизаторы будут хранить в своих таблицах только агрегированные адреса сетей, что уменьшает средний размер таблицы маршрутизации до 8192 записей;
- автоматическая настройка адреса (RFC 2462);
- групповые адреса ("один к нескольким из многих");
- обязательные адреса множественной рассылки;
- IPSec (IP Security — безопасный IP);
- упрощённая структура заголовка;
- мобильный IP;
- механизмы преобразования IPv4-в-IPv6.

Адреса в IPv6 можно разделить на две большие группы: индивидуальные (unicast) и групповые (multicast). Широковещательные возможности (broadcast) в IPv6 отсутствуют, что способствует уменьшению сетевого трафика и снижению нагрузки на большинство систем. Индивидуальные адреса ассоциируются с сетевыми интерфейсами и играют двоякую роль: они являются уникальными идентификаторами интерфейсов и они же задают маршрут к интерфейсам. Групповые адреса предназначены для многоадресной рассылки пакетов. Узел сети, желающий получать многоадресные пакеты, должен выполнить операцию присоединения к соответствующей группе. Естественно, имеется операция отсоединения.

Механизм адресации IPv6 позволяет связывать один идентификатор IP с несколькими интерфейсами, что обеспечивает лучшее управление трафиком мультимедиа-данных. Вместо широковещания и группового вещания сети на базе протокола IPv6, передающие мультимедийные данные, назначают один адрес всем принимающим интерфейсам. Пакеты заголовков IPv6 усовершенствованы посредством исключения некоторых полей заголовка IPv4, создания других опциональных полей и использования дополнительных заголовков (extension header). Дополнительные заголовки являются отдельными заголовками, которые, за исключением одного из них, не проверяются никакими узлами на всем пути передачи от отправителя к получателю, что помогает серьезно улучшить эффективность маршрутизации. Кроме того, дополнительные заголовки обеспечивают большую гибкость в выборе кодирования и возможности расширения для будущих опций. В IPv6 введена возможность помечать пакеты, что позволяет обозначить принадлежность пакетов конкретным потокам, например, при обработке службой качества (QoS) и управлении полосой пропускания без анализа заголовков. Дополнительные заголовки также предназначены для проверки подлинности, целостности данных и опционального шифрования пакетов.

Особенно важен IPv6 для работы инновационных приложений, которые предполагают использование большого количества сетевых устройств и сервисов, как machine-to-machine (M2M), самоорганизующиеся сети, системы мониторинга окружающей среды, потребления энергии, охранные системы, телемедицина и еще много всего, чего еще не придумали, но обязательно придумают. Ведь IPv6 обеспечивает более эффективный способ распределения и конфигурации IP-адресов, позволяя присваивать уникальный IP-адрес любому устройству, а также упрощает маршрутизацию трафика и повышает безопасность при передаче данных. Разумеется, для перехода на IPv6 необходимо произвести модернизацию сетевого оборудования, и это не только вопрос денег.

При переходе к новой версии протокола IP-сетей часто реализуется архитектура с двойным стеком IPv4/IPv6 для обеспечения обратной совместимости с доминирующим сейчас в Интернете протоколом IPv4. Это позволяет расширять абонентскую базу. В целом из сети IPv6 можно получать сервисы сетей IPv4, но не наоборот. И даже если в цепочке маршрутизаторов IPv6 "зате-

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

сался" один с IPv4, функциональность будет ограничена.

По данным **Google**, только менее 0,25 % пользователей выходят сегодня в Интернет с помощью IPv6, и переход затруднен не только отсутствием у владельцев сайтов оборудования для отображения контента под новыми адресами, но и отсутствием у пользователей устройств, распознающих новые адреса. Правда, операционные системы Windows и Mac, некоторые смартфоны уже сейчас способны поддерживать новый протокол. И пока проблема не решена, не прибегающим к уловкам провайдерам придется назначать множеству пользователей один общий адрес, что сделает невозможной работу таких популярных сервисов, как, например, Google Mail, Google Maps и iTunes, а то и интернет-телефонию.

Что же тормозит переход на IPv6 в целом и в России в частности? Прежде всего, известный не только у нас "авось": "вроде бы и так все работает — пусть сначала другие перейдут, а мы посмотрим". Россия входит в первую тройку стран, которым ежегодно выделяется наибольшее количество IP-адресов. Но пока что российские операторы не спешат с развертыванием IPv6. Их можно понять, потому что объем сопутствующих инвестиций трудно оценить даже приблизительно, поскольку он будет индивидуален для каждого оператора. Нельзя не учитывать и тот факт, что руководителям крупных телекоммуникационных компаний также трудно доказать необходимость незапланированных инвестиций — ведь работает же. Кроме того, стимулировать операторов коммерческих сетей вложить деньги во внедрение любых новых технологий можно только рыночными методами. Рынок может "подстегнуть" и регулятор, но для этого он должен внимательнее посмотреть на Интернет. До недавнего прошлого рынок интернет-услуг рос главным образом вширь, и особых стимулов внедрять новые технологии не было. Поэтому внедрялся IPv6 и в РФ, и за рубежом, главным образом, в некоммерческих государственных, военных, научных и образовательных сетях с финансированием из госбюджета (в РФ это началось еще в 1997 г.). В частности, три крупнейшие научно-образовательные сети РФ используют IPv6 — совместными усилиями FREEnet, RBnet и RUNNet созданы такие важные элементы инфраструктуры, как национальная система обмена IPv6-трафиком MSK-6IX, международные каналы, интегрирующие российские IPv6-сети в глобальный IPv6-Интернет. А еще IPv6, возможно, не хватает специализированного ПО, особенно прикладного уровня, рассчитанного на использование преимуществ протокола, что лишает пользователей стимула к переходу на IPv6. Так что создание такого ПО является актуальной задачей.

Но, кажется, существует еще одна веская причина для торможения — IPv6 имеет гораздо более высокую степень идентификации пользователей, чем IPv4, при котором, как известно, в Интернете процветает анонимность со всеми вытекающими последствиями в лице спама, сетевых атак, различной преступности и терроризма. Не секрет, что на всем этом делаются деньги, и многих это устраивает. Но вот, к примеру, построению электронного государства с защищенными сервисами и "электронными" гражданами это вряд ли способствует. Поэтому одним из факторов перехода на IPv6 может стать Администрация связи, вплотную занимающаяся развитием электронного правительства, из которого должно логично вытекать электронное государство.

Зачем это нужно?

Вот о чем втайне мечтает каждый оператор связи, так это о том, чтобы сделать подключение и работу в его сети для пользователя не сложнее управления телевизором. Ведь только в этом случае пользователь захочет воспользоваться всем предоставленным набором услуг, потому что, как говорят специалисты, все, что требует "больше семи кликов", никогда не завоюет рынок, ибо становится неинтересным для потребителя. Зато IPv6 позволяет сделать сразу несколько шагов в этом направлении, и это повышает конкурентоспособность оператора и облегчает жизнь пользователю, будь то отдельный человек или организация. Это, к примеру, механизм автоконфигурации пользовательских устройств. Кроме того, появляется возможность с приемлемыми затратами обеспечить через сеть все услуги реального времени, такие, например, как ТВ вещание, видеоконференции, телефонию. А еще можно практически любому пользователю выделить адресное пространство почти в 300 триллионов раз больше всего нынешнего Интернета, причем устройства из этой "домашней" сети могут перемещаться по всему миру, оставаясь доступными по своему "домашнему" адресу. В свою очередь, для пользователя все изменения, связанные с перемещениями точки подключения к сети, останутся совершенно незаметными, поскольку всю "черную" работу будут выполнять соответствующие части протокола IPv6. В целом это можно сравнить с роумингом в сетях сотовой связи, когда вы переезжаете из города в город, из страны в страну, а номер вашего телефона не меняется. Более того, если переход из сети одного оператора в сеть другого оператора происходит во время разговора, то вы этого даже не заметите. И еще упрощается смена провайдера, поскольку отпадает необходимость вручную менять адреса всех устройств в сети пользователя (что повысит конкуренцию на рынке) — это тоже сделает за вас соответствующий механизм, предусмотренный в протоколе IPv6. Появляется также дополнительная возможность обеспечения качества обслуживания, что приближает возможности Интернета на базе IPv6 к возможностям сетей следующего поколения (NGN — Next Generation Networks), о чем мы уже говорили ранее. Кстати, IPv6 имеет еще одно название — IPng (IP next generation). Но тут возникает один серьезный вопрос — если операторы видят своими конкурентами интернет-провайдеров (а Интернет уже очень много "откусил" у Телекома), то зачем улучшать Интернет, чтобы он конкурировал с NGN?

Разумеется, вряд ли все из сказанного выше понравится оператору-провайдеру или "классическим" телефонным операторам, но их "поезд уже ушел" вне зависимости от осознания ими этого факта. В целом следует отметить, что конкурентные преимущества, связанные с использованием IPv6, становятся для операторов все более очевидными, поскольку часть их клиентов либо уже понимает преимущества нового протокола, либо воспринимает его наличие как признак высокого технологического уровня сети.

А вот еще пример практического использования IPv6 — в международной организации **IETF** (Internet Engineering Task Force), объединяющей "сетевых творцов", работает группа **6loWPAN** (IPv6 over Low power Wireless Personal Area Networks), основной целью которой является обеспечение взаимодействия беспроводных персональных сетей IEEE 802.15 с широко распространёнными сетями IP. Это подразумевает беспроводной IPv6 поверх сетей 802.15.4 (они еще называются ZigBee) и проводной IPv6 поверх электросетей, а также обеспечение компрессии заголовков для сред с маленьким размером пакетов. Это не что иное, как технология для организации "Интернета вещей", который и будет объединять зубные щетки с самолетами. Сеть получается ячеистая и самоорганизующаяся, состоит из промежуточных узлов, которые могут маршрутизировать пакеты от вдруг "проснувшихся" различных "спящих" устройств (например, сенсоров в охранных системах).

В мире пока немного публичных IPv6-сетей, и все они находятся в Европе и в США, непосредственно получить такой адрес у провайдера в России практически невозможно, но существуют специальные службы, предоставляющие всем желающим IPv6-подсети для свободного использования через специальные механизмы тунеллирования. Как сообщает <**www.ipv6.ru**>, "на сегодняшний день по количеству выделенных префиксов (блоков IPv6-адресов) Россия занимает 19-е место в Европе и 29-е место в мире". Правда, не указано, каков он, этот "сегодняшний день". Будем надеяться, что завтра будет лучше, чем вчера.

В августе 2010 г. появился пресс-релиз оператора **Orange Business Services**, в котором говорилось о том, что оператор реализовал IPv6 на российском сегменте сети и в ряде городов стал в этой части первым. И если из коммерческих операторов Orange является первым, кто внедрил IPv6 (причем совсем недавно), то легко увидеть реальное место РФ в общем процессе. Остается надеяться на правоту Марка Твена, который говорил, что "нет ничего более раздражающего, чем хороший пример". Что же касается других операторов, то, очевидно, их "жареный петух" клюнет, когда они почувствуют в своем кармане упущенную выгоду. Правда, и национальный регулятор тоже может "клюнуть", и довольно часто в подобных ситуациях результатом движения вперед является хороший пинок сзади. Но для начала надо замахнуться... ■

Ретранслятор ИК сигналов для домашней телесети

С. ЗОРИН, г. Рязань

На страницах журнала уже было описано несколько ретрансляторов ИК сигналов. Еще один оригинальный способ рассмотрен в помещаемой здесь статье.

У большинства владельцев спутниковых приемников (ресиверов), подключенных к домашним телесетям, часто возникает необходимость управлять ресивером не только в той комнате, где он находится, но и в другой. В этом случае можно использовать ИК ретрансляторы, которые были неоднократно рассмотрены на страницах журнала "Радио" [1—4]. ИК сигнал в них передается либо по отдельной линии, либо по ВЧ каналу. Очевидно, что прокладка дополнительной линии довольно трудоемка и не всегда возможна, а ВЧ ретрансляторы сложнее как в сборке, так и в настройке.

В предлагаемом варианте посылаемый сигнал с ПДУ после преобразования проходит по кабелю телесети, по которому приходит и телевизионный сигнал на телевизор. Устройство питают от стабилизированного источника напряжения 12 В. Так как обычно в телесеть входит антенный усилитель или усилитель мощности, устройство можно питать от блока питания этих усилителей, если его запас мощности это позволяет. Потребляемый устройством ток при отсутствии ИК сигналов — около 5 мА, а при трансляции сигналов ПДУ значение среднего тока — 10...20 мА.

Принципиальная схема устройства изображена на **рис. 1**. Оно состоит из фотоприемника A1 и формирователя A3, подключенных к разветвителю телесети A2. Телесети с таким разветвителем описаны в [5, 6]. Телевизионный радиосигнал с входа через разветвитель A2, конденсаторы C4—C8 и разъемы XW1, XW2, XW3 и XW4 проходит на телевизоры. Сигнал с ПДУ принимается интегральным приемником ИК излучения B1, преобразуется в последовательность импульсов, которые поступают на затвор полевого транзистора VT1. Он формирует импульсный сигнал в кабеле телесети. Помех телевизионному сигналу он практически не создает. Питание на фотоприемник A1 подано по тому же кабелю через резистор R2, дроссель L4, трансформатор разветвителя A2 и дроссель L1. Элементы VD1, VD2, C1, C2, C3 и R1 в цепи питания фотоприемника обеспечивают малый уровень пульсаций напряжения для приемника ИК излучения B1. Светодиод HL1 позволяет контролировать прохождение сигналов с ПДУ.

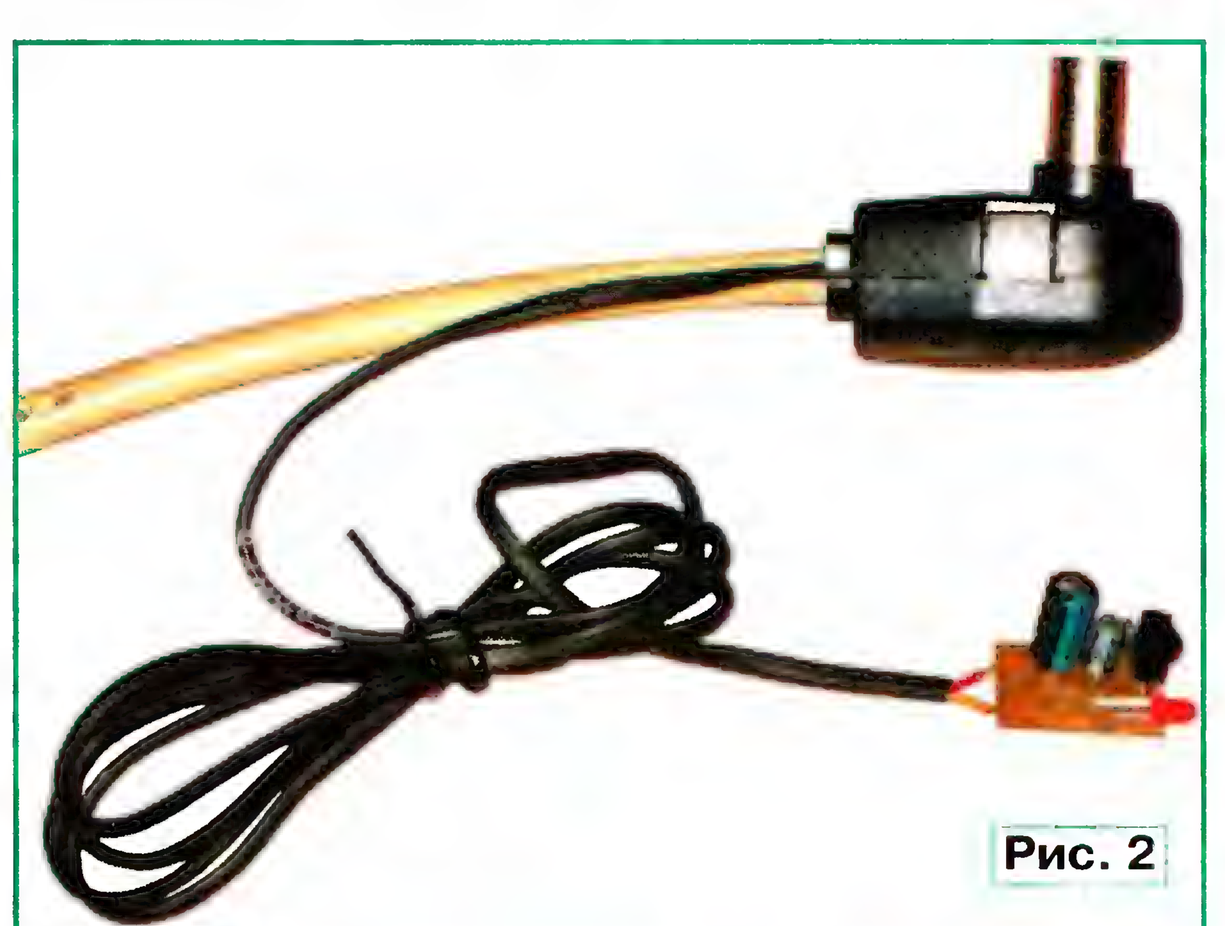


Рис. 2

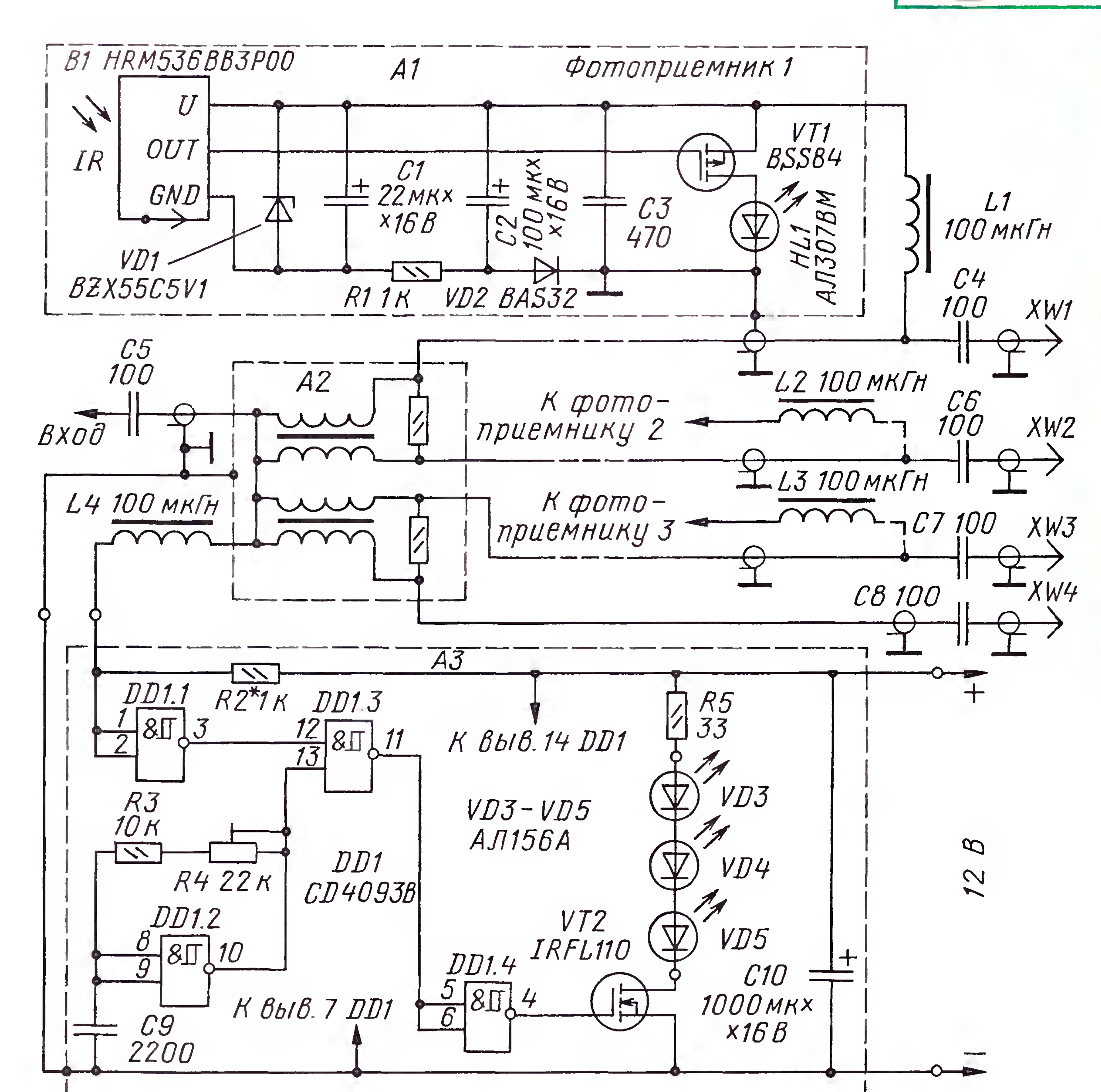




Рис. 1



Рис. 3

Импульсы с фотоприемника A1 через телесеть приходят на формирователь A3, который содержит пороговый элемент DD1.1, генератор импульсов заполнения на элементе DD1.2, коммутатор DD1.3, инвертор DD1.4 и выходной полевой транзистор VT2, работающий в переключательном режиме. Диоды ИК излучения VD3—VD5 служат нагрузкой полевого транзистора.

Применение полевых транзисторов в фотоприемнике A1 и формирователе A3 обусловлено их хорошими энергетическими показателями и отсутствием необходимости применения ограничительных резисторов в их управляющих цепях.

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Фотоприемник А1, внешний вид которого показан на **рис. 2**, устанавливают возле телевизора с разъемом XW1 в той комнате, из которой необходимо ретранслировать сигнал ПДУ. Элементы L1, С4, L2, С6, L3, С7, С8 (см. рис. 1) расположены в переходных блоках, которые обычно используют для питания антенных усилителей (блок виден на рис. 2 сверху). Формирователь А3, внешний вид которого представлен на **рис. 3**, размещают в любом удобном месте, оптимальном с точки зрения длины соединительных проводов. Дроссель L4 монтируют рядом с разветвителем, а диоды VD3—VD5 должны находиться на расстоянии 2...4 м напротив ресивера. Диоды и разветвитель соединяют с формирователем обычной неэкранированной парой проводов или простым телефонным кабелем.

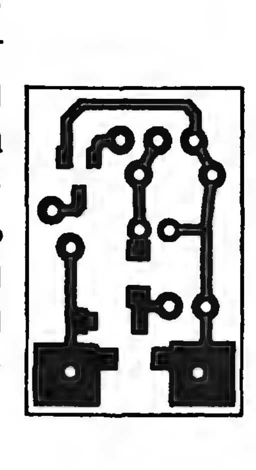
Чертежи печатных плат фотоприемника и формирователя, а также расположение деталей (для фотоприемника в увеличенном вдвое масштабе) даны на **рис. 4** и **5** соответственно. Все постоянные резисторы, керамические конденсаторы и диод VD2 — элементы типоразмеров 1206 и 0805 для поверхностного монтажа. Первоначально печатная плата фотоприемника была помещена в экранированный корпус, но дальнейшая эксплуатация показала, что и без экрана помехоустойчивость устройства вполне достаточна.

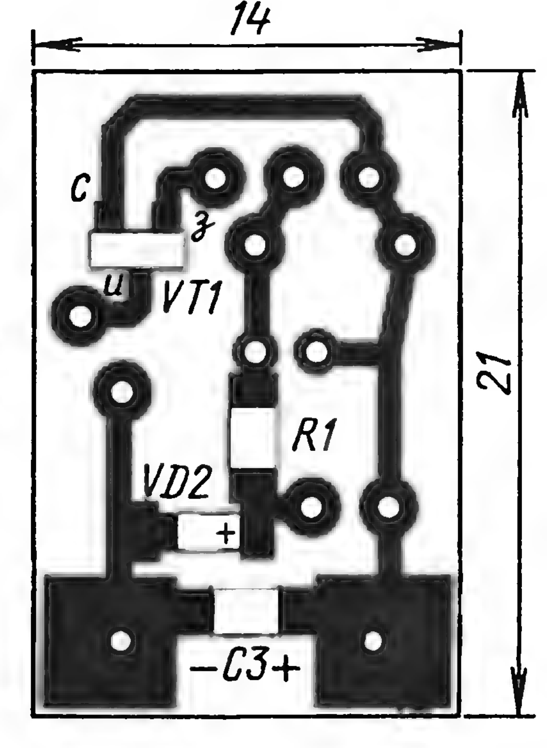
Вместо указанного на схеме приемника ИК излучения можно использовать TSOP1736 с учетом другой цоколевки. Стабилитрон VD1 — любой на напряжение 4,7—5,6 В. HL1 — светодиод с прямым предельным током не менее 15 мА. Вместо полевого транзистора BSS84 (VT1) подойдет биполярный КТ3107Ж, в базовую цепь которого нужно включить резистор сопротивлением 47 кОм. Микросхема CD4093B заменима отечественным аналогом К561ТЛ1. Вместо полевого транзистора IRFL110 можно использовать IRFR110, IRFM110, IRFU110 или КТ972 с любым буквенным индексом и резистором сопротивлением 1 кОм в базовой цепи.

Светодиоды ИК излучения VD3—VD5 можно использовать практически любые, применяемые в ПДУ. Главное только, чтобы не был превышен допустимый импульсный ток диодов. Его определяют по формуле

$I_{имп} = U_{R5}/R5 = (U_{пит} - U_{VT2\,откр} - nU_{пр})/R5$,

где n — число ИК диодов; $U_{пр}$ — прямое падение напряжения на одном диоде ИК излучения. Для транзистора IRFL110 напряжение $U_{VT2\,откр}$ принимаем равным нулю, а напряжение $U_{пр}$ для ИК диодов — 2 В. Следовательно, получим $I_{имп} \approx 6/R5$. Число светодиодов можно уменьшить, увеличив, соответственно, сопротивление резистора R5. Однако при этом уменьшится излучаемая мощность, а значит, могут снизиться надежность срабатывания и допустимое расстояние между ИК диодами и ресивером.





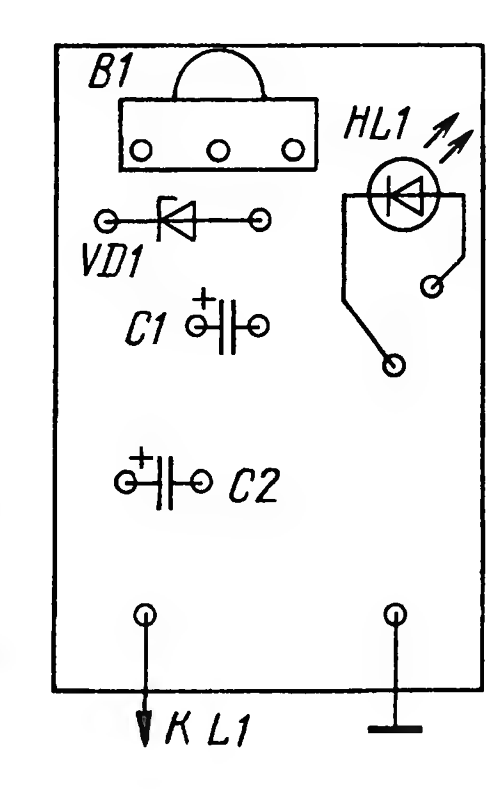
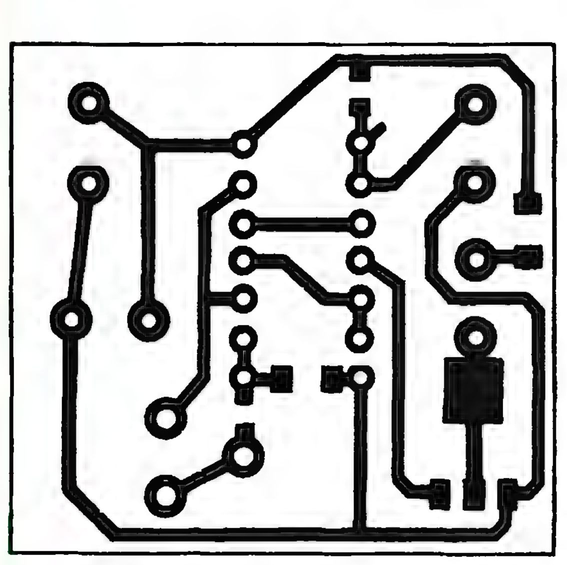
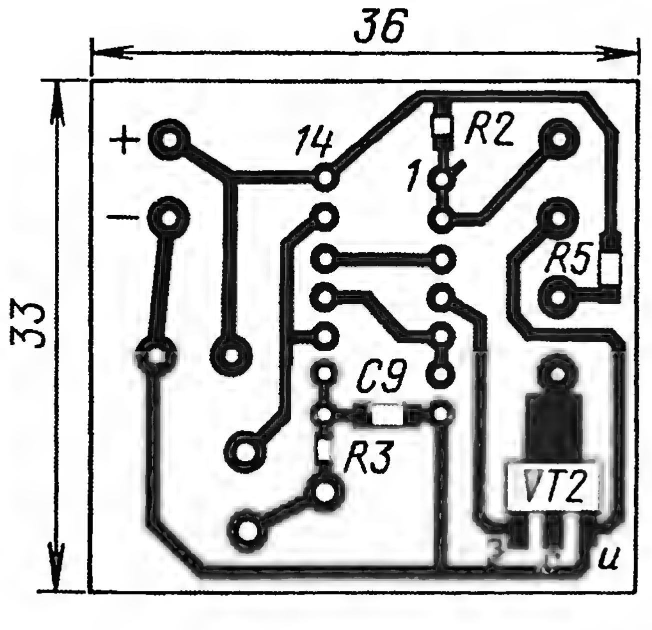


Рис. 4





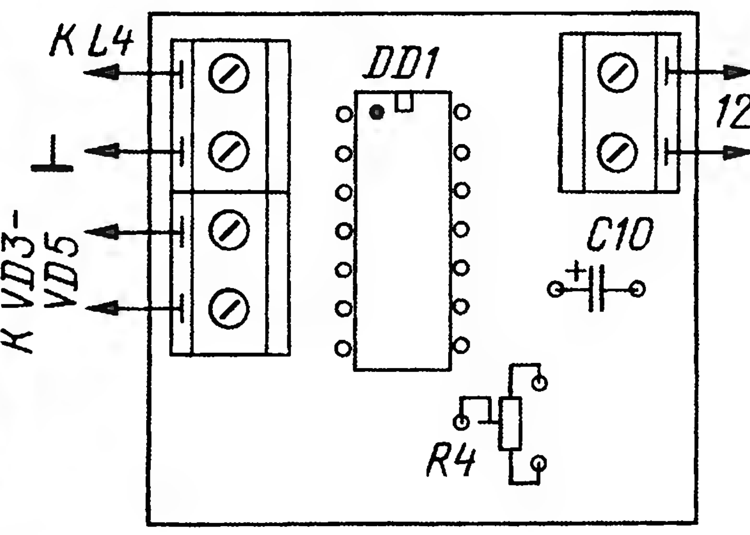


Рис. 5

Перед первым включением устройства разъемы XW1—XW4 отключают от телевизоров. Включив его, проверяют отсутствие напряжения на этих разъемах, которое может попасть на них при неправильном монтаже. Далее контролируют осциллографом импульсы на выводах 1 и 2 элемента DD1.1 при нажатии кнопок ПДУ, поднесенного к фотоприемнику. Значение напряжения низкого уровня должно быть равно 1...2 В, а высокого уровня — около 9 В. При этом светодиод HL1 должен светить только при нажатии кнопок ПДУ. Если значение высокого уровня ниже 7 или выше 10 В, необходимо подобрать резистор R2. Затем подстроечным резистором R4 устанавливают на выводе 10 элемента DD1.2 частоту следования импульсов 36 кГц (частота заполнения). В заключение, измерив осциллографом напряжение U_{R5}, определяют ток $I_{имп}$. Он должен быть равен 50...80 % от максимально допустимого значения тока для используемого диода ИК излучения.

Разветвитель А2 в телесети может отличаться от показанного на рис. 1. Главное, чтобы при доработке телесети была обеспечена гальваническая связь формирователя с фотоприемником и исключена такая связь с телевизорами, ресивером и другими источниками телевизионного сигнала. Для управления ресивером из других комнат (в нашем случае еще две) в каждой из них нужно установить фотоприемник и подключить его к дросселю L2 или L3. При этом необходимо проверить уровень импульсного сигнала на выводах 1 и 2 элемента DD1.1 и подбором резистора R2 выбрать компромиссное значение для всех фотоприемников.

Еще несколько слов о частоте заполнения. У автора при частоте 36 кГц ретранслятор надежно работает со всеми видами аппаратуры, в том числе и с ресиверами PACE и METABOX. Возможно, что с какими-нибудь ресиверами, у которых частота заполнения существенно отличается от значения 36 кГц, надежность ретранслятора снизится. При этом светодиод HL1 будет включаться только в том случае, когда ПДУ подносят вплотную к фотоприемнику (нормальное расстояние должно быть не менее 2 м). Тогда придется подобрать другой ИК приемник и резистором R4 установить другую частоту заполнения. Подробнее об этом можно прочитать в [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Смирнов И.** Простые устройства для видеоаппаратуры. — Радио, 2002, № 8, с. 6, 7.
2. **Петропавловский Ю.** Многокомнатная видеоаудиосистема. — Радио, 2004, № 3, с. 14, 15, 24.
3. **Петропавловский Ю.** "Удлинитель" для пультов дистанционного управления. — Радио, 2005, № 5, с. 12—15.
4. **Петрусь С.** "Радиоудлинитель" ИК ПДУ спутникового тюнера. — Радио, 2007, № 6, с. 12, 13.
5. **Нечаев И.** Активный разветвитель ТВ сигналов. — Радио, 2000, № 4, с. 12.
6. **Потачин И.** Кабельная телевизионная мини-сеть. — Радио, 2002, № 11, с. 6, 7.

Ремонт телевизоров на примере моделей PANASONIC TC-2150R/RS/2155R/2170R

Устройство, поиск и устранение неисправностей

И. МОРОЗОВ, г. Москва

Поиск и устранение неисправностей

Общие сведения

Ремонт телевизоров начинают с внешнего осмотра плат. Неисправность резисторов, керамических конденсаторов и микросхем можно обнаружить по следам прогара, копоти и обугливанию их корпусов. Выход из строя оксидных (электролитических) конденсаторов определяют по вздутию корпуса и разрыву предохранительной насечки сверху, следам электролита на плате. Дефектный конденсатор выпаивают, а электролит на плате удаляют ватным тампоном, смоченным спиртом.

Перед заменой вышедших из строя деталей необходимо установить причину выхода их из строя, иначе дефект может повториться. Причиной его нередко бывает попадание внутрь аппарата бытовых насекомых (чаще всего тараканов). В телевизорах старше пяти лет причиной может быть слой пыли на деталях. При повышенной влажности образуется токопроводящий "мостик", способствующий выходу из строя элементов.

Неисправность строчного трансформатора можно определить по следам копоти, прогоревшим местам на корпусе в виде точек диаметром около 3 мм. На элементах, расположенных вокруг трансформатора, часто виден коричневый налет. Прогоревшие участки печатной платы возле трансформатора тщательно удаляют (вырезают) острым ножом или скальпелем. Сопротивление изоляции обуглившегося участка платы существенно уменьшается, и если его не удалить, возможен снова высоковольтный пробой.

Перед началом ремонта необходимо удалить пыль с монтажа пылесосом и щеткой. Особенно тщательно это надо делать в узле строчной развертки и источнике питания. С кинескопа отключают "присоску" анода, снимают заряд с него и только после этого удаляют пыль со стекла (аквадага) волосяной щеткой.

Нарушение пайки (непропай) визуально можно определить по кольцевой трещине вокруг вывода детали в плате. При необходимости вывод детали выпаивают, зачищают, облуживают, а затем вновь запаивают на место. Основные причины нарушений пайки — заводской брак (так называемая "холодная" пайка) и тепловое разрушение, возникающее вследствие большого протекающего тока. Наиболее часто последнее встречается в "силовых" блоках телевизора: источнике питания, узлах кадровой и строчной разверток, на плате кинескопа.

Продолжение.
Начало см. в "Радио", 2011, № 1, 2, 3

Проверяют наличие трещин и сколов на платах, образовавшихся в результате механических воздействий (удар, падение с высоты и т. п.). Наиболее часто трещины образуются в месте установки строчного трансформатора и других массивных элементов. Плату склеивают (например, акриловым клеем), после чего восстанавливают треснувшие печатные проводники (дорожки): широкие — пайкой медной луженой проволоки, узкие — отдельными проводами. Концы проводов для большей надежности подпаивают не к дорожкам, а к ближайшим пайкам. Восстановление дорожек каплей припоя не всегда бывает надежно.

Осматривают также плату — не попала ли на нее жидкость? В этом случае на корпусах деталей, их выводах и плате виден белесый налет, плесень, а иногда и ржавчина. Со временем это приводит к разрушению дорожек, выводов деталей и паек. Следы жидкости удаляют промывкой спиртом.

Если есть хоть малейшее подозрение на то, что жидкость могла попасть под планарную микросхему, ее необходимо демонтировать. Для этой цели используют паяльную станцию с насадками, специальный фен с регулятором температуры или газовый паяльник. Современные микросхемы допускают нагрев корпуса в нерабочем состоянии до 250 °С. Во избежание его разрушения нагрев должен быть равномерным. После демонтажа промывают спиртом плату под микросхемой, устанавливают ее на прежнее место и запаивают. Подавать напряжение можно только после полного остывания микросхемы.

Особое внимание промывке надо уделить, если известно, что жидкость агрессивная. При плохой промывке процесс коррозии будет продолжаться, что приведет через некоторое время к повторному выходу из строя аппарата.

Неисправности источника питания

При включении перегорает сетевой предохранитель.

В подавляющем большинстве современных телевизоров применены импульсные источники питания. Для гальванической развязки от сети и получения нескольких значений напряжения используют импульсный трансформатор. Изменяя длительность импульсов, можно изменять и значения выходных напряжений.

Поиск неисправности начинают с измерения сопротивления между выводами оксидного конденсатора фильтра (обычно он самый большой по габаритам). Если сопротивление намного меньше 10 кОм или вовсе равно нулю, неисправными могут быть выпрямитель, сам конденсатор фильтра, переключающий транзистор или микросхема ШИ контроллера. Для локализации дефекта отпаивают вывод коллектора транзистора или соответствующий вывод микросхемы. Если сопротивление возросло до нормы, неисправен переключающий транзистор или микросхема. В ином случае проверяют диоды выпрямительного моста, блок терморезисторов, конденсатор фильтра.

Неисправные диоды в выпрямителе можно заменить выпрямительными диодами другого типа с параметрами:

— средний выпрямленный ток $I_{выпр} \geq 2$ А;

— обратное напряжение $U_{обр} \geq 400$ В.

Вместо неисправных керамических конденсаторов, включенных параллельно диодам, устанавливают аналогичные на рабочее напряжение 1000 В.

Неисправность оксидного конденсатора фильтра часто можно определить, как уже указано, визуально по вздутию сверху, разрыву предохранительной насечки и следам электролита на плате. Это результат воздействия повышенного сетевого напряжения.

Проверяют исправность блока терморезисторов. Он состоит из двух терморезисторов. Один включен последовательно с петлей размагничивания, другой — параллельно. В холодном состоянии сопротивление последовательно включенного терморезистора равно несколько десятков ом. При подаче сетевого напряжения его сопротивление увеличивается до десятков килоом. Для проверки блок терморезисторов выпаивают. Если после этого предохранитель останется цел и телевизор включится, блок терморезисторов неисправен. Его необходимо заменить.

Вздувшиеся оксидные конденсаторы на выходах вторичных выпрямителей или пробой выходного строчного транзистора указывают на воздействие повышенного напряжения. Очевидно, что преобразователь потерял управление и формирует напряжения, превышающие номинальные в 1,5...2 раза. Неисправность надо искать в цепях управления переключающим транзистором.

Исправность транзисторов и диодов (кроме высоковольтных) проверяют прозвонкой. К транзисторам, установленным в цепях базы переключающего транзистора, предъявляют повышенные требования по обратному току коллектора. Отбраковать такие транзисторы мультиметром сложно, поэтому проверку проводят заменой.

Отбраковать стабилитрон можно по уменьшению напряжения стабилизации. Проверка прозвонкой не позволяет обнаружить дефект.

Если в источнике присутствует оксидный конденсатор (обычно 47 мкФ × 35 В), включенный последовательно в цепи базы переключающего транзистора, то поиск неисправности начинают с проверки значения его емкости. Проверяют

тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

мультиметром, не выпаивая конденсатор. Затем проверяют остальные конденсаторы в первичной цепи преобразователя. Для телевизоров старше пяти—семи лет характерный дефект — уменьшение емкости оксидных конденсаторов (они "сохнут").

Оптрон проверяют омметром. Сопротивление фототранзистора в обоих направлениях равно сотням килоом. Сопротивление светодиода в прямом направлении равно около 1 кОм, в обратном — сотни килоом. Неисправность в оптроне может возникнуть не сразу, а через 1...2 ч работы телевизора в результате его нагрева. В сомнительных случаях оптрон лучше заменить.

Причиной выхода из строя выходного строчного транзистора может быть:

— неисправность источника питания, вследствие чего напряжение питания строчной развертки возросло в 1,5...2 раза. Дополнительный признак — вздувшиеся оксидные конденсаторы фильтров вторичных выпрямителей;

— наличие пыли в узле строчной развертки. При повышенной влажности пыль становится проводником, что приводит к токовым перегрузкам. Пыль удаляют. Неисправные детали заменяют;

— короткое замыкание во вторичных выпрямителях ТДКС, пробои в кинескопе, неисправность ТДКС;

— ухудшение теплового контакта между транзистором и теплоотводом. При замене новый транзистор необходимо крепить к теплоотводу винтом с металлической шайбой, контргайкой и гайкой. Для улучшения теплового контакта между корпусом транзистора и теплоотводом необходимо положить слой термопроводной пасты (например, КПТ-8).

Существует много способов проверки строчных трансформаторов. Самый объективный — автономная проверка на специальном приборе, например, STDVST-O фирмы DIEMENS.A. Однако, кроме наличия прибора, способ требует значительных затрат времени. Для оперативной проверки в телевизоре иногда бывает достаточно соединить временно перемычкой выводы базы и эмиттера выходного строчного транзистора и включить телевизор. При этом транзистор закрыт и импульсы не поступают на ТДКС. Следовательно, строчный трансформатор на время будет как бы выключен. Режим работы транзистора в предварительном каскаде практически не изменится из-за большого коэффициента трансформации согласующего трансформатора. Появившееся напряжение в цепи +В (во многих телевизорах так обозначена на плате цепь подачи напряжения +90 В) укажет на неисправность строчного трансформатора.

Другой способ оперативной проверки ТДКС основан на том, что при наличии пробоя или короткого замыкания витков в трансформаторе резко уменьшается индуктивность первичной обмотки и ухудшается форма строчных импульсов. Чтобы не вывести из строя выходной транзистор, для проверки на выходной каскад подают пониженное напряжение питания +20...30 В от отдельного источника. Форма строчных импульсов практически не зависит от значения напряжения питания.

Включают телевизор, и осциллографом контролируют форму импульсов на коллекторе выходного транзистора. Если на спаде импульсов присутствуют несколько периодов колебательного процесса ("звон") или дополнительные выбросы — ТДКС неисправен и его необходимо заменить. Для проверки можно использовать источник питания телевизора, включив в разрыв цепи +В (+90 В) резистор сопротивлением 100...150 Ом и мощностью рассеяния 30 Вт.

В настоящее время в продаже появилось множество дешевых малогабаритных приборов для проверки строчных трансформаторов. Проверочное напряжение в них может быть в пределах 3...9 В, что, к сожалению, не позволяет выявить дефекты в 100 % случаев, так как часто пробой возникает лишь при рабочем напряжении 1000...1500 В (при напряжении питания 90...140 В).

Телевизор не включается. Сетевой предохранитель цел. Выходные напряжения источника питания отсутствуют или занижены в десятки раз.

Поиск неисправности начинают с измерения напряжения около +300 В на оксидном конденсаторе фильтра. Если напряжение соответствует норме, то неисправен преобразователь источника питания или цепи нагрузок.

Возможные причины неисправности:

1. Наличие короткого замыкания на выходе одного из выпрямителей. Дополнительный признак — свист в источнике питания. Проверку прозвонкой начинают с цепи +В (+90 В) напряжения питания строчной развертки. При наличии короткого замыкания в первую очередь проверяют исправность транзистора выходного каскада. Затем убеждаются в отсутствии короткого замыкания в строчном трансформаторе и исправности защитного стабилитрона R2M (если таковой имеется).

2. Неисправность цепи запуска преобразователя. Обычно это цепь, состоящая из двух последовательно соединенных резисторов. Через нее с выхода фильтра выпрямителя на базу переключательного транзистора или микросхему ШИ контроллера подано начальное напряжение смещения, обеспечивающее запуск. Частый дефект — обрыв одного из резисторов.

3. Неисправность цепей управления и защиты, блокирующих работу преобразователя.

В источниках питания, где используется микросхема, контролируется ее напряжение питания. Цепь ее запуска слаботочная и обеспечивает лишь запуск преобразователя. В дальнейшем она питается от отдельной обмотки трансформатора через стабилизатор. При включении телевизора напряжение питания микросхемы постепенно увеличивается. По его достижении значения +9 В снимается блокировка внутреннего автогенератора и на выходе микросхемы появляются импульсы. Через основную ("коллекторную") обмотку трансформатора потечет ток, что вызовет появление напряжения на отдельной обмотке и на выходе стабилизатора. Микросхема перейдет в рабочий режим. Если по каким-нибудь причинам (короткое замыкание на выходе, неисправность элементов в первичной цепи) напряжение на отдельной обмотке не появится или оно будет мало, напряжение на выходе стабилизатора будет отсутствовать. Напряжение питания микросхемы начнет уменьшаться. По достижении порогового значения +6 В включится блокировка генератора. В результате микросхема будет работать в "старт-стопном" режиме. При этом форма напряжения питания представляет собой "пилу" с указанными верхним и нижним уровнями напряжения +9 и +6 В.

Поиск неисправности начинают с измерения напряжения на выводе питания микросхемы. Если оно меньше +6 В, выпаивают вывод питания. Возросшее до +12...15 В напряжение укажет на неисправность микросхемы. Если напряжение не увеличилось, проверяют исправность гасящих резисторов, оксидного конденсатора, стабилитрона (если он установлен), транзистора стабилизатора напряжения.

В случае, если на выводе питания форма напряжения соответствует "старт-стопному" режиму, проверяют отсутствие короткого замыкания на выходе выпрямителей, исправность цепей управления и защиты микросхемы, оптрона. В заключение проверяют исправность микросхемы (заменой). Случаи выхода из строя трансформатора источника питания (короткозамкнутые витки, обрывы обмоток) крайне редки.

4. Неисправность вторичных источников ТДКС.

Сначала проверяют выпрямитель в цепи питания микросхемы кадровой развертки, для чего разрывают эту цепь. Если после этого телевизор включится, а посредине экрана появится яркая горизонтальная линия — микросхема неисправна. Во избежание прожога люминофора необходимо уменьшить ускоряющее напряжение так, чтобы линия едва просматривалась.

Затем проверяют исправность выпрямителя напряжения питания видеоусилителей платы кинескопа. Для этого выпаивают поочередно вывод коллектора каждого транзистора видеоусилителей. **Полностью снимать нагрузку с выпрямителя нельзя, так как это приведет к резкому увеличению напряжения на конденсаторе фильтра и его выходу из строя.** Появившееся напряжение на выходе источника питания укажет на неисправность элементов платы кинескопа. Так же проверяют отсутствие перегрузки и остальных выпрямителей ТДКС.

Значительно ускорить поиск неисправности в источнике питания позволяет контроль формы напряжения осциллографом на выводах элементов. Однако, в связи с тем, что первичная цепь источника питания имеет гальваническую связь с сетью, подключать телевизор необходимо через разделительный трансформатор с коэффициентом трансформации, равным 1, и мощностью не менее 500 Вт. Вместо предохранителя для защиты источника питания рекомендуется включить лампу накаливания 60 Вт × 220 В.

DuK

(Продолжение следует)

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

УМЗЧ с крайне глубокой ООС

Применение многоканальной усилительной структуры в УМЗЧ с обратной связью

А. ЛИТАВРИН, г. Березовский Кемеровской обл.

Оригинальные схемотехнические решения, предлагаемые автором, обеспечивают высокую точность и малую фазовую погрешность в рабочей полосе частот при компенсации ошибки (искажений, шумов и помех) в усилителе мощности (120 Вт) с глубокой ООС. Однако их реализация во многом зависит от оптимальности компоновки деталей и разводки проводников на платах усилителя как широкополосного устройства. Применение операционных усилителей радиочастотного диапазона и элементов поверхностного монтажа требует тщательности в разводке цепей общего провода и расположении узлов и деталей усилителя, поэтому автор предпочитает использовать в своих конструкциях макетные платы.

Эта статья продолжает тему построения УМЗЧ с многоканальной усилительной структурой (МКУС), развернутую в [1—3], где изложены теоретические аспекты и обоснованы минимальные требования к параметрам УМЗЧ.

Описываемый здесь усилитель представляет собой более совершенную конструкцию по сравнению с версиями многоканальных УМЗЧ, представленных ранее, так как обладает крайне глубокой ООС, доводимой до 100 % на высоких частотах (выше 1 МГц). Совокупное усиление в его каналах — более 150 дБ на частоте 20 кГц, что позволяет получить во всей полосе звуковых частот очень низкий коэффициент нелинейных искажений — 0,0002 %. Но при этом схема усилителя не столь сложна и он вполне доступен для самостоятельной сборки.

Следует отметить, что идее многоканального усиления уже более полувека, однако о популярности ее говорить не приходится. Между тем применение многоканальной усилительной структуры позволяет резко улучшить ряд важных параметров УМЗЧ.

Критерии и принципы ООС

Основным критерием оценки качества действия ООС и влияния ее на параметры усилительных каскадов и УМЗЧ в целом следует считать параметр *время реакции петли ООС (ВРП ООС* [1]), обозначим его $T_з$; ему соответствует обратный параметр *частота замыкания петли ООС* (ЧЗП ООС) — $F_{зам} = 1/T_з$. Как отмечено в первой публикации автора [1], ВРП должно быть крайне малым, поэтому значение $F_{зам}$ получается предельно высоким. Это необходимо для обеспечения высоких перегрузочных характеристик каскадов в широкой полосе частот до близких к ЧЗП ООС [2]. В этом случае на частотах, близких к $F_{зам}$, уровни сигналов и помех весьма малы (глубина ОС или возвратная разность $A_{ООС}=1+\beta A$). При увеличении времени реакции (понижении $F_{зам}$) действие петли ООС, как правило, приобретает прерывистый характер, что обусловлено размыканием петли обратной связи в нелинейных динамических режимах. В свою очередь, это приводит к значительным ошибкам в системе авторегулирования с обратной связью. Это создает условия для резкого расширения спектра искажений, лавинного роста интермодуляции высоких порядков [1] и шумоподобной интермодуляции [2], а также проявления джиттероподобных искажений [1].

Как отмечено выше, ВРП должно быть крайне малым, что необходимо для корректного действия ООС. Однако понятно, что в реальных усилителях время реакции принимает конкретное значение; например, $T_з$ = 10 нс ($F_{зам}$ = 1/10 нс = 100 МГц) — это много или мало? При ЧЗП, равной 100 МГц, для сигнала частотой 1 кГц получим очень высокую точность; для сигнала частотой 1 МГц она существенно ниже в части компенсации искажений, шумов и помех. Соответственно оценивать качество действия ООС для определенного сигнала надо на основе отношения частоты замыкания петли ($F_{зам}$) к частоте этого сигнала.

Основным критерием эффективности следует считать охват усилителя (или каскадов) глубокой стопроцентной ООС на ВЧ [2] — выше полосы ЗЧ. Большой запас усиления внутри петли — необходимое условие для обеспечения перегрузочных и ультралинейных характеристик усилителя (или каскадов) в широкой полосе частот. Особенно эффективна стопроцентная ООС при большом запасе усиления в инвертирующих усилителях (каскадах), так как фактически поднимает петлевое усиление в контуре обратной связи: на ВЧ коэффициент усиления каскадов уменьшается, а запас усиления внутри петли сохраняется. При этом искажения снижаются как бы дважды: из-за снижения уровня ВЧ сигнала (зависимость близка к кубической [1]) и роста коэффициента передачи в цепи обратной связи.

Здесь необходимо обратить внимание на следующий негативный фактор. Введение общей стопроцентной обратной связи на ВЧ фактически соединяет вход усилителя (каскада) с его выходом, что нередко используется в схемотехнике усилителей и интеграторов. Тогда паразитные продукты — искажения, шум, помехи — попадают на вход усилителя (каскада). Если они возникают в полосе действия ООС, то она подавляет (компенсирует) их, что, собственно, и является ее основной функцией. Если же это происходит за пределами полосы действия обратной связи (т. е. на частотах, близких к $F_{зам}$), то создаются условия для мультипликативности паразитных сигналов в УМЗЧ с соответствующими последствиями [2].

Отсюда следует вывод, что на частотах выше полосы эффективного действия ООС стопроцентная обратная связь ужесточает требования к перегрузочной способности каскадов, которая должна быть очень высокой, а усиление на этих частотах для всех каскадов — предельно низким [1]. Здесь следует обратить внимание на то, что стопроцентная ООС на ВЧ в инвертирующих усилителях (каскадах) обладает очень ценным свойством, фактически образуя фильтр низких частот.

Кратко следует коснуться и такого параметра, как скорость нарастания напряжения на выходе УМЗЧ. В усилителе с МКУС эта скорость относительно невысока, что обусловлено наличием в нем общей стопроцентной ООС на ВЧ [2].

Обычно считается, что этот параметр характеризует перегрузочные свойства выходного каскада усилителя, однако это не совсем корректно. Более правильно их следует оценивать на основе относительного коэффициента

$K_{отн} = V_{ООС\ откл}/V_{ООС\ вкл}$,

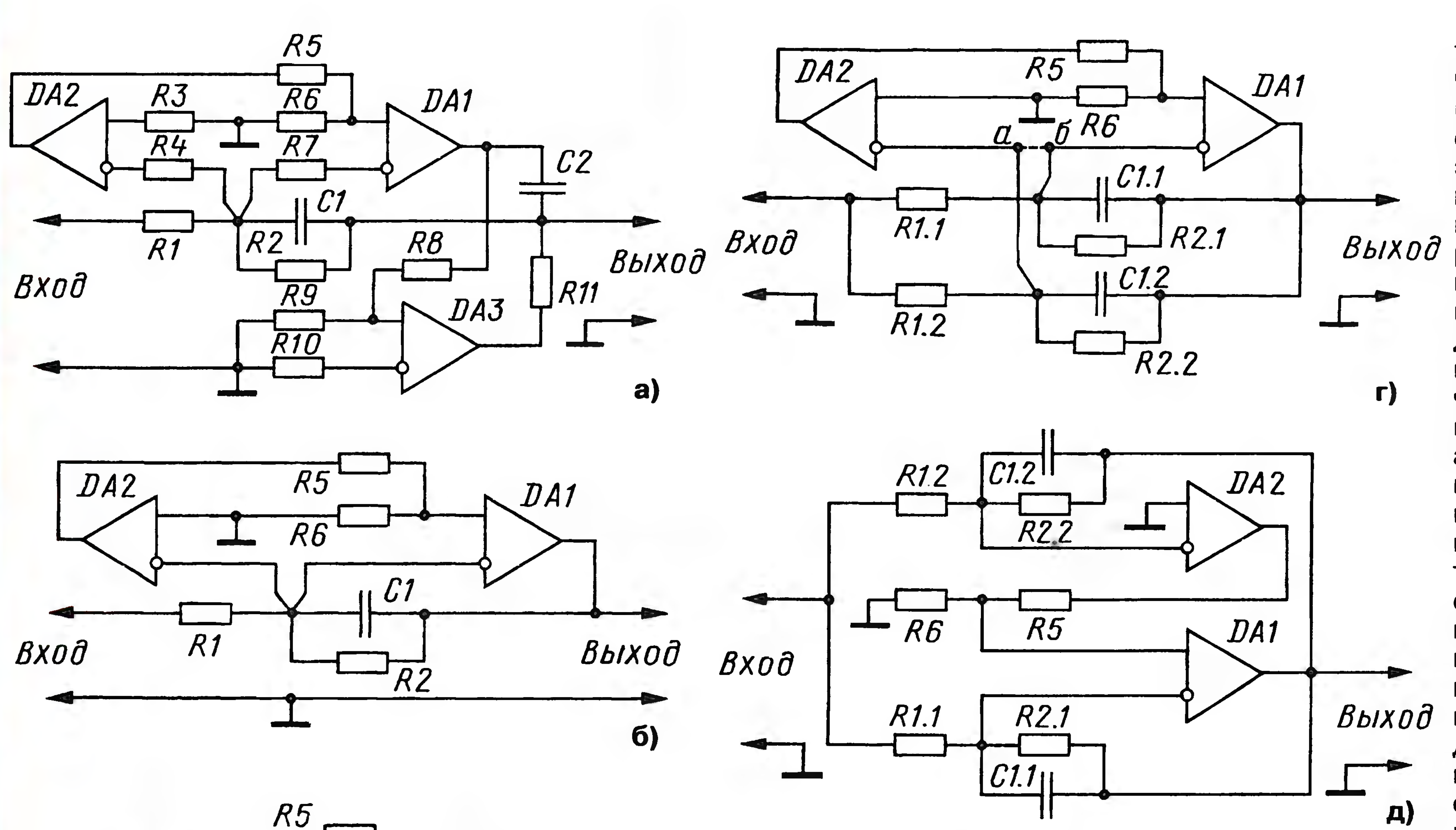
определяемого как отношение скорости нарастания выходного напряжения при отключенной цепи обратной связи к скорости нарастания выходного напряжения с включенной цепью обратной связи (для фиксированной амплитуды входного сигнала).

Так, например, радиочастотные ОУ, как правило, имеют достаточную перегрузочную способность выходного каскада и весьма высокую скорость нарастания выходного напряжения при отсутствии обратной связи. При охвате такого ОУ на ВЧ общей стопроцентной ООС получается снижение этой скорости, а коэффициент $K_{отн}$ возрастает. Для УМЗЧ, у которого отсутствует на ВЧ общая стопроцентная ООС, коэффициент $K_{отн}$ равен единице.

Несколько слов следует сказать и о таких характеристиках, как фазовая характеристика и фазовая задержка. Фаза — легко контролируемый и изменяемый параметр. Но стабильность фазовой характеристики усилителя обеспечивается устранением (подавлением) паразитных резонансных процессов и минимизацией ВРП.

Конечно, высокую перегрузочную способность каскадов можно получить, используя транзисторы в режиме с большим напряжением и током покоя. Не исключен такой режим и в выходном каскаде УМЗЧ, однако такой подход следует считать нерациональным. Достаточно получить высокую перегрузочную способность каскадов в полосе ЗЧ, достигая крайне малого ВРП и стопроцентной обратной связи на ВЧ; это эффективно компенсирует (подавляет) любые виды искажений.

тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



в)

Рис. 1

Любой усилитель с ООС можно рассматривать как устройство "дискретного" действия. Соответственно, ВРП — это время между дискретными отсчетами сигнала, а ЧЗП — частота дискретизации. Снижение весовых значений между ближайшими отсчетами при уменьшении ВРП улучшает точность и качество действия ООС. В соответствии с этим наличие какого-либо сигнала с частотой, равной или выше частоты дискретизации, недопустимо. В противном случае часть энергии ВЧ сигнала автоматически переносится в низкочастотную область, т. е. в звуковой спектр. Поэтому точность и качество действия ООС обеспечивают определенным ограничением полосы частот входного сигнала.

Низкое значение $F_{зам}$ (низкая частота дискретизации), особенно при форсировании усиления в полосе, близкой к этой частоте, и недостаточной перегрузочной способности, приводит, как правило, к трансформации типичных искажений в атипичные в виде продуктов интермодуляции высоких порядков [1], шумоподобной интермодуляции [2] и джиттероподобных искажений [1]). Именно атипичные искажения приводят

Рис. 2

к потере прозрачности и увеличению жесткости звучания, ухудшению четкости локализации звуковых образов, примешивают к звенящим составляющим шипящие призвуки.

Для реализации крайне малого ВРП в УМЗЧ следует применять интегральные усилители СВЧ или КВЧ диапазона. Здесь очень эффективно использование и радиочастотных ОУ, которые скорректированы по частоте до единичного коэффициента усиления ($K_{ус}$ =1).

Вот эти исходные критерии и были заложены в основу проекта описываемого УМЗЧ.

Структура и схема УМЗЧ

Рассмотрим структурную схему на **рис. 1**,а трехканального инвертирующего усилителя, предложенную в [1, см. рис. 1]. Здесь DA1 — главный канал усилителя, обладающий приоритетом на замыкание петли ООС, а усилители DA2 и DA3 образуют дополнительные каналы, действующие по критерию подавления сигнала соответственно на входе и выходе DA1 [1]. Причем DA2 — прецизионный ОУ, используемый в малосигнальном режиме. Если мы упростим эту схему и исключим DA3, а также резисторы R3, R4, R7, получим структурную схему на рис. 1,б. Здесь появляется существенный недостаток — возможность прохождения нелинейного (предыскаженного) сигнала с выхода DA2 внутрь петли ООС через нелинейное входное сопротивление DA1. Влияние подобной нелинейности на характеристики УМЗЧ весьма мало, однако для сверхлинейного усилителя подобные проявления должны быть исключены полностью. Введение разделительного конденсатора на входе DA1, как показано на рис. 1,в, несколько улучшает характеристики усилителя, но в целом вопрос остается открытым.

Структура схемы усилителя на рис. 1,г фактически идентична приведенной на рис. 1,б, однако в ней имеются определенные отличия: в частности, каждый элемент петли ООС (R1, R2, C1) выполнен двойным, причем

R1.1 = R1.2; R2.1 = R2.2; C1.1 = C1.2.

При наличии перемычки а—б схема на рис. 1,г полностью идентична приведенной на рис. 1,б. Если же перемычку исключить, это не приведет к каким-либо существенным изменениям в работе усилителя, что обусловлено идентичностью цепей ООС. Однако ее удаление исключает попадание предыскаженного сигнала с выхода DA2 внутрь петли прецизионной ООС (R1.2, R2.2, C1.2), тем самым усилитель на рис. 1,д приобретает весьма ценное качество.

В целом соблюдать идентичность цепей ООС (R1.1 = R1.2; R2.1 = R2.2; C1.1 = C1.2) необязательно, но важно обеспечить идентичность коэффициента передачи этих цепей ООС. Это выполняется при условии пропорциональности (равенства отношений номиналов) элементов ООС:

R1.1/R1.2 = R2.1/R2.2 = C1.1/C1.2.

Дополнительный усилитель DA2 на рис. 1,д можно рассматривать как внешний селектор искажений, а саму структуру усилителя в целом как схему с многопетлевой ООС. Однако, независимо от трактовки, здесь важно выполнение условий, которые обеспечивают безукоризненное (высокоточное) действие ООС и всей усилительной структуры в целом. Это, повторим, — высокая перегрузочная способность главного канала (DA1), обусловленная крайне малым ВРП при широкой полосе действия ООС, которая выше диапазона ЗЧ становится стопроцентной.

В качестве DA1 можно использовать любой усилитель, который соответствовал бы перечисленным условиям; причем его выходная мощность не имеет значения — он может быть как ОУ, так и мощным УМЗЧ. Этим требованиям удовлетворяют, например, версии многоканальных УМЗЧ [2, 3].

Как отмечено в [3], весьма привлекательно выглядит структура УМЗЧ, где мощный выходной каскад максимально упрощен, а применение крайне глубокой ООС позволяет получить весьма высокую линейность такого усилителя.

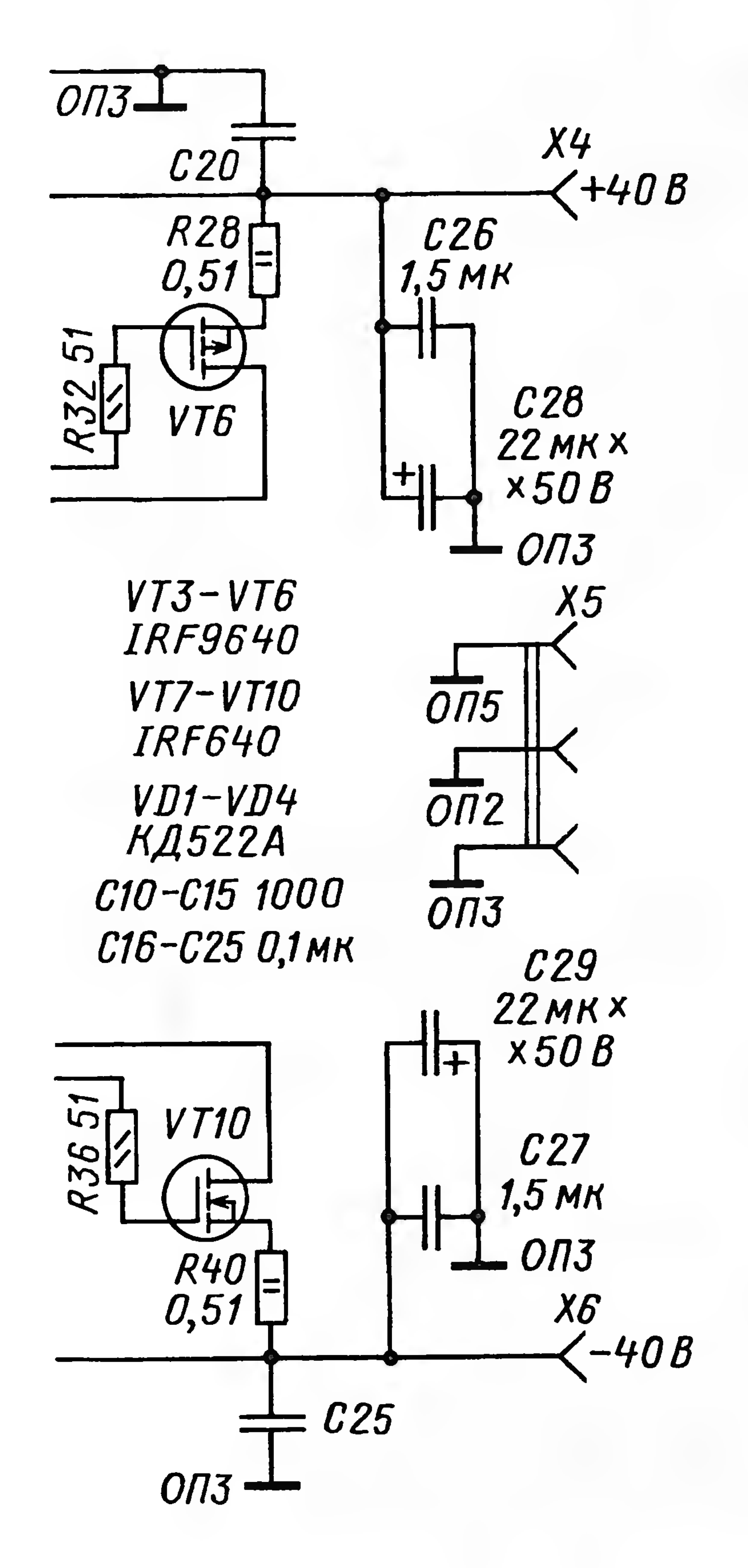
На основании перечисленных выше доводов и аргументов разработан вариант усилителя, схема которого представлена на **рис. 2**.

Краткие технические характеристики

Выходная мощность при $R_н$ = 4 Ом, Вт 120
Коэффициент гармоник на частоте 20 кГц при $U_{вых. амп}$ = = 20 В, % 0,0002
Усиление на частоте 20 кГц (без ООС), дБ 150
Коэффициент усиления, дБ 20
Полоса пропускания по уровню −3 дБ (частота среза петли ООС), кГц 100
Частота единичного усиления (F1), МГц 1
Время реакции петли ООС, нс, не более 2,5

Фактически этот усилитель представляет собой версию УМЗЧ [3] с дополнительным усилителем (DA2), корректирующим ошибку *по входу* [1]. Безусловно, таким же дополнительным усилителем может быть оснащен и вариант УМЗЧ [2]. В силу похожести функций, вновь введенные элементы *сохраняют нумерацию главного канала*, но начинаются с дополнительного префикса (индекса) цифры 1.

УМЗЧ по схеме, представленной на рис. 2, и УМЗЧ, описанные в [2, 3], имеют одинаковую структуру и построение общей ООС, показанную на **рис. 3**, и как следствие, характеризуются близкими параметрами: очень широкой полосой работы ООС (200 МГц), средней скоростью нарастания выходного напряжения, низкими значениями частоты единичного усиления (1 МГц) и частоты среза петли ООС. Полоса пропускания данного усилителя по уровню −3 дБ относительно невелика; его АЧХ и ФЧХ представлены соответственно на **рис. 4**,а, б.



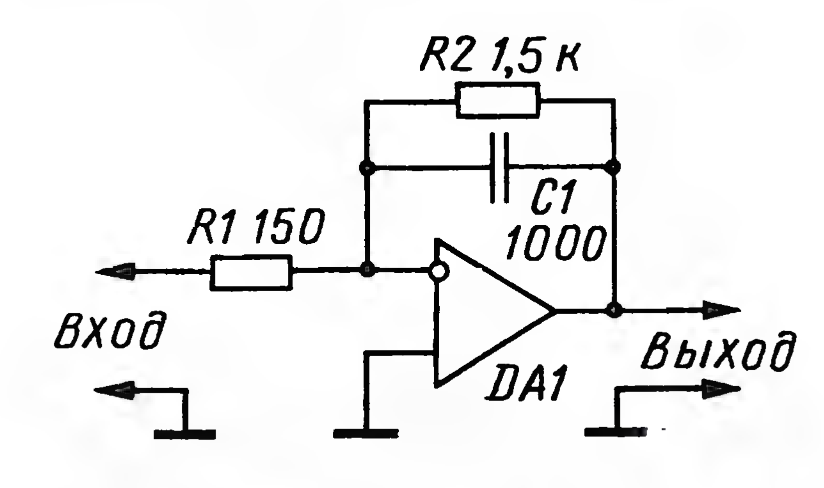
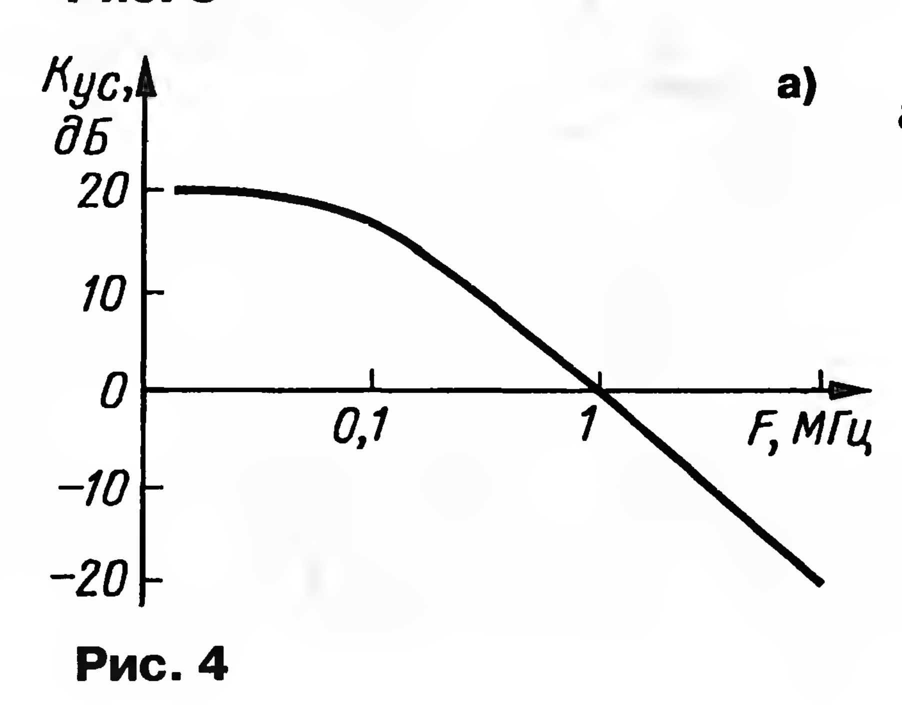


Рис. 3



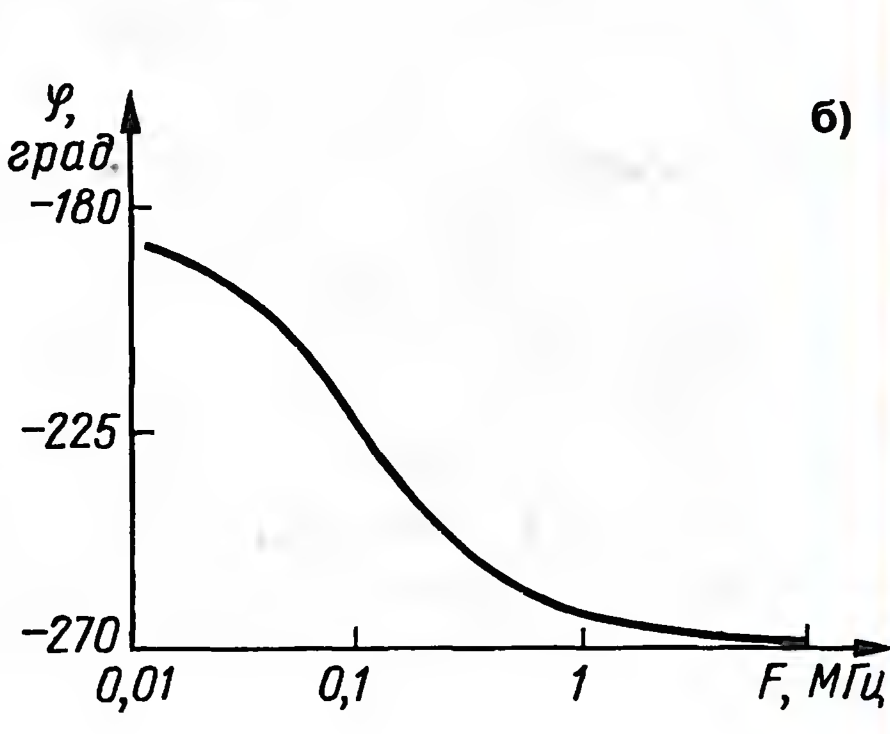


Рис. 4

тел. 608-83-05
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

В качестве главного канала УМЗЧ (DA1) применен радиочастотный ОУ AD8055AR с допустимым током нагрузки не менее 100 мА. Именно главный канал обладает приоритетом на замыкание петли ООС [1] и обеспечивает малое ВРП, равное времени задержки этим ОУ. В целом, УМЗЧ охвачен несколькими петлями обратной связи: общей прецизионной крайне глубокой стопроцентной ООС (1С1, 1R2) на ВЧ и местной глубокой стопроцентной (С1, R2) на ВЧ, а также местными ООС в выходном каскаде.

Дополнительный усилитель DA2 (аналогичного с DA1 типа) — это предварительный прецизионный усилитель, работающий в малосигнальном (статическом) режиме [1], который может быть реализован при условии большого запаса усиления внутри петли ООС главного канала (DA1), а также при равенстве коэффициентов передачи цепей ООС главного канала (С1, R2) и прецизионной ООС (1С1, 1R2). Для прецизионной работы ОУ DA2 важна правильность выполнения цепей общего провода ОП1 и ОП5. Выходной каскад ОУ DA2 работает в режиме класса А с большим током покоя (1R12). Делитель из резисторов R4 и 1R5 обеспечивает приоритет главного канала на замыкание петли ООС [1].

Следует отметить, что сам ОУ AD8055AR достаточно линейный даже на весьма высоких частотах. Например, на частоте 5 МГц искажения ОУ равны примерно 0,01 %. Некоторые технические характеристики этого ОУ приведены в [4].

Как сказано выше, описываемый в статье усилитель представляет собой версию УМЗЧ [3] с дополнительным усилителем (DA2), включенным по входу. Таким же дополнительным усилителем может быть оснащен и вариант УМЗЧ в [2]. Входные каскады этих УМЗЧ идентичны, там же подробно пояснена и работа их выходных каскадов. Кратко принцип работы УМЗЧ заключается в том, что сигнал объединяется на выходе сумматора (точка соединения элементов L2, С2, С3 согласующего устройства) и далее приходит на выход УМЗЧ (верхний вывод L1). Именно к этой точке подключены две цепи ООС: общая прецизионная, крайне глубокая, стопроцентная на ВЧ (1С1, 1R2) и местная главного канала (С1, R2). Дополнительный усилитель DA2 усиливает сигнал ошибки внутри прецизионной петли ООС и подает его на второй вход главного канала (вывод 3 DA1). Этот ОУ увеличивает запас усиления внутри петли ООС: на частотах до 40 кГц дополнительный прирост усиления достигает 55 дБ. В случае обрыва на выходе DA2 или исключении DA2 и элементов 1R1, 1С1, 1R2 усилитель автоматически превращается в вариант УМЗЧ [3].

ЛИТЕРАТУРА

1. **Литаврин А.** Многоканальное усиление в УМЗЧ с крайне глубокой ООС. — Радио, 2004, № 3, с. 18—20; № 4, с. 19—21.

2. **Литаврин А.** Простой усилитель или МКУС в УМЗЧ с глубокой стопроцентной ООС. — **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2007/06/mkus.zip>**.

3. **Литаврин А.** УМЗЧ с параллельным каналом и максимально глубокой ООС. — Радио, 2007, № 6, с. 19—23.

4. Микросхемы серии AD8055. — **<http://www.analog.com/en/prod/0%2C2877%2CAD8055%2C00.html>**.

(Окончание следует)

Доработка микрофона МКЭ-100

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Перевод электретного микрофона с внутреннего батарейного питания на внешнее стабилизированное, которое обычно есть в аудиоаппаратуре, используемой радиолюбителями, позволяет отказаться от дефицитных гальванических элементов и адаптировать микрофон для конкретного применения.

Электретные микрофоны МКЭ-100 (**рис. 1**), выпускавшиеся отечественной промышленностью в 1980-х гг., обычно использовали на дискотеках, в Домах культуры, на школьных радиоузлах, домашних вечеринках. Эти микрофоны имеют хорошие параметры, чего не скажешь о современных, хоть и недорогих динамических и электретных производства стран ЮВА. К сожалению, в настоящее время сохранившиеся экземпляры микрофонов МКЭ-100 и других аналогичных отечественных электретных обычно десятилетиями лежат без дела. Основная причина этого в том, что отечественные обычно питались от двух щелочных гальванических элементов А343 (BA343, LR14) или А332 (BA332), которые теперь дефицитны и дороги. К тому же микрофон МКЭ-100 не имеет встроенного выключателя питания, поэтому установленные в него элементы непрерывно разряжаются.


Рис. 1

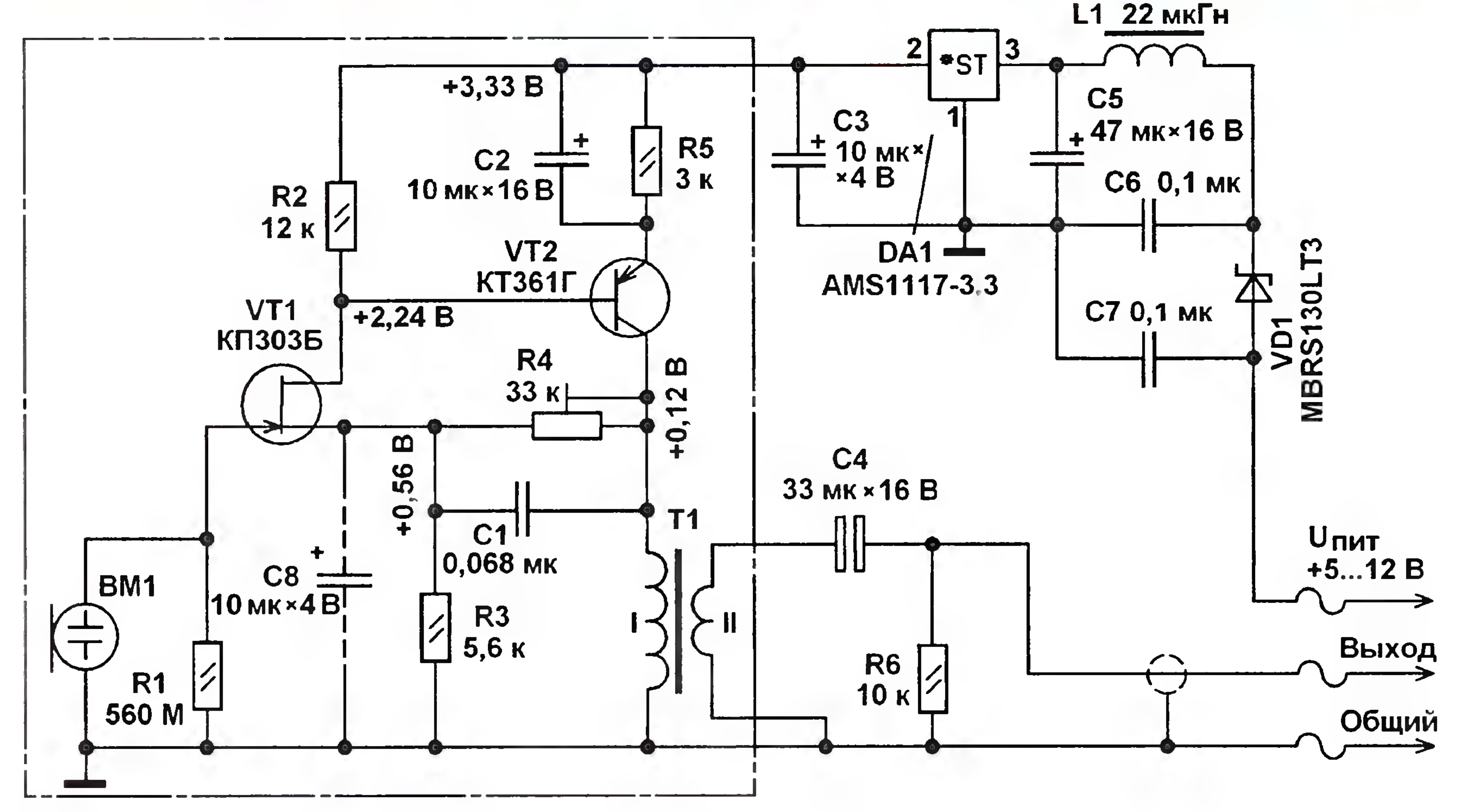


Рис. 2

Подобный микрофон, пролежавший у меня без применения два десятилетия, решено было оснастить несложным стабилизатором напряжения, что позволило организовать питание микрофона от внешнего источника (блока питания, встроенного в усилитель). Принципиальная схема доработанного микрофона представлена на **рис. 2**. Штрихпунктирной линией выделена исходная (заводская) схема микрофонного усилителя, а нумерация добавочных элементов продолжает заводскую.

Узел питания на выходное напряжение +3,3 В постоянного тока был смонтирован на небольшой печатной плате размерами 53×15 мм, внешний вид которой показан на **рис. 3**. Основа узла — маломощный стабилизатор AMS1117-3.3 (DA1) с малым напряжением насыщения. Входное напряжение постоянного тока для стабилизатора может быть в интервале от 5 до 12 В, а потребляемый ток — около 7 мА. Диод Шотки VD1 защищает стабилизатор от повреждения при случайном подключении к блоку питания в обратной полярности.

Дроссель L1 и конденсаторы C6, C7 предотвращают проникновение радиопомех на цепи микрофона. Кроме того, конденсатор C7 уменьшает вероятность повреждения диода Шотки статическим электричеством. Для питания микрофона подойдет любой источник выпрямленного напряжения +5...12 В (с малой амплитудой пульсаций), например, порт USB компьютера, сетевой адаптер. Надо отметить, что емкость конденсаторов фильтра C3, C5 не может быть значительно увеличена, поскольку это может привести к появлению фона и помех при питании микрофона напряжением от того же устройства, на которое подается выходной сигнал с микрофона.

Поскольку микрофон МКЭ-100 рассчитан на подключение к усилителю с дифференциальным входом, в современной бытовой радиоаппаратуре и компьютерах встречающимся редко, от дифференциального трансформаторного выхода микрофона пришлось отказаться, соединив один вывод вторичной обмотки выходного трансформатора T1 с общим проводом. Заранее не было известно, совместно с какой радиоаппаратурой будет использоваться этот микрофон, поэтому на выходе устройства включен неполярный разделительный конденсатор C4.



Рис. 3

РАДИО®
ЗВУКОТЕХНИКА
тел. 608-83-05 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Дело в том, что в усилительной аппаратуре на гнездо для подключения электретного микрофона может быть подано напряжение питания. Резистор R6 разряжает конденсатор C4 после отключения микрофона от усилителя. Кроме того, этот резистор имитирует наличие подключенного микрофона для некоторых интеллектуальных устройств, что позволяет автоматически активировать соответствующий канал усиления.



Рис. 4

соединенной с общим проводом декоративной металлической сеткой это не обязательно.

Отдельный (выносной) микрофон удобно использовать вместо малочувствительных микрофонов, встроенных в Web-камеры, ноутбуки, нетбуки. При отсутствии специального держателя для микрофона в этом качестве можно применить фотоштатив, отрезок пластиковой бутылки с двумя отверстиями под диаметр микрофона, держатель для электропаяльника, подставку от переносного ЖК телевизора.



Рис. 5

Если встроенный в микрофон усилитель (**рис. 4**) оказался неисправным, то отремонтировать его помогут указанные на принципиальной схеме рис. 2 контрольные значения напряжения. Следует обратить особое внимание на то, что соединение верхнего по схеме вывода микрофонного капсюля BM1 с высокоомным резистором R1 и затвором полевого транзистора VT1 не имеет монтажной площадки на печатной плате. Это необходимо, чтобы исключить влияние тока утечки по плате на режим работы полевого транзистора. Если чувствительность микрофона окажется недостаточной для конкретного применения, то значительно повысить усиление можно установкой дополнительного конденсатора C8.

Плату стабилизатора напряжения я приклеил в корпусе микрофона двусторонней липкой микропористой резиной к металлической несущей в месте установки гальванических элементов. Общий вид на монтаж всех узлов микрофона показан на **рис. 5**. Печатная плата блока питания изготовлена способом прорезания фольги тонким зубным бором с помощью микродрели (частота вращения вала — около 10000 мин$^{-1}$). Ненужные участки фольги удалены, на изготовление платы затрачено менее 15 мин.

Вместо AMS1117-3.3 (ее цоколевка показана на **рис. 6**) можно применить стабилизатор IL1117A–3.3 или LD1117A–3.3. Конденсатор C4 — оксидный неполярный. Его можно заменить обычным полярным, предварительно уточнив полярность напряжения на гнезде для подключения питания микрофона (чаще она положительная). Конденсаторы C3, C5, C8 — танталовые для поверхностного монтажа. При использовании обычных конденсаторов C3, C5 их следует зашунтировать керамическими емкостью 0,1—1 мкФ. Конденсаторы C6, C7 — керамические К10-50, К10-17 или их аналоги. Диод Шотки MBRS130LT3 можно заменить



Рис. 6

другими — MBR0520LT, MBR0530T, MBR0540T, 1N5817—1N5819. Возможна установка вместо диода Шотки малогабаритного германиевого, например, Д9, Д18, ГД507А. Дроссель L1 — любой маломощный индуктивностью от 10 мкГн.

Для повышения надежности работы и уменьшения уровня шумов микрофона подстроечный резистор R4 можно заменить постоянным, предварительно измерив его установленное сопротивление. Также можно заменить транзистор КТ361Г специальным малошумящим, например, любым из серий КТ3107, SS9015. После замены может потребоваться подстройка резистора R4. Источником повышенного шума или даже треска может быть установленный изготовителем микрофона керамический конденсатор C1. Он заменим малогабаритным пленочным.

К звуковоспроизводящей аппаратуре микрофон можно подключить с помощью трех- или четырехпроводного кабеля длиной до 5 м с хорошей экранирующей оплеткой. При использовании дифференциального трансформаторного выхода конденсатор C4 не нужен, а соединительный кабель может быть длиной до 10 м и более. Поскольку микрофон имеет металлический корпус, звуковоспроизводящая аппаратура, к которой его подключают, должна быть заземлена. Для аналогичных микрофонов с пластмассовым корпусом и с не

РАДИО® ЗВУКОТЕХНИКА

Прием статей: mail@radio.ru тел. 608-83-05
Вопросы: consult@radio.ru

РАДИО № 4, 2011

НОВОСТИ ВЕЩАНИЯ

Раздел ведет В. ГУЛЯЕВ, г. Астрахань

РОССИЯ

МОСКВА. В декабре 2010 г. радиостанция "Радио России" отметила юбилей — двадцатилетие начала своего вещания. На коротких волнах станция в эфире по следующему расписанию: 05.00—08.00 — на частоте 9840 кГц; 08.25—13.00 — на частоте 12075 кГц; 13.25—16.00 — на частоте 7310 кГц; 16.25—22.00 — на частоте 5905 кГц.

Радиостанция "Голос России" увеличила число частот и время вещания на русском языке. Дополнительно в сетке вещания введены программы:

— для Украины и Молдавии — 00.00—17.00, 23.00—00.00 — на частоте 621 кГц;

— для Европы, Украины и Молдавии — 12.00—15.00 — на частоте 5940 кГц, 16.00—17.00 и 19.00—20.00 — на частоте 999 кГц;

— для Европы — 04.00—08.00 — на частоте 1548 кГц, 05.00—08.00 — на частоте 9680 кГц, 08.00—15.00 — на частоте 7265 кГц, 18.00—19.00 и 20.00—21.00 — на частоте 7290 кГц;

— для Европы и Северной Америки — 02.00—04.00 — на частотах 11870, 15250, 15520 кГц;

— для Европы и стран Балтии — 20.00—22.00 — на частоте 1494 кГц;

— для стран Балтии — 09.00—14.00 — на частоте 1215 кГц;

— для Центральной и Южной Америки — 23.00—04.00 — на частоте 7260 кГц;

— для Кавказа — 14.00—16.00 — на частоте 1089 кГц;

— для Кавказа и Ближнего Востока — 00.00—04.00 — на частоте 7225 кГц;

— для Ближнего Востока — 17.00—19.00 — на частоте 5985 кГц;

— для Средней Азии — 03.00—07.00 — на частоте 12070 кГц, 10.00—12.00 — на частоте 12055 кГц, 12.00—16.00 и 17.00—22.00 — на частоте 12025 кГц, 15.00—18.00 — на частоте 5955 кГц, 14.00—17.00 и 20.00—00.00 — на частоте 1026 кГц.

С февраля этого года для Москвы и Подмосковья увеличена до 10 кВт мощность передатчика, осуществляющего вещание программ "Радио Шансон" на частоте 103,0 МГц.

В Москве "Вещательная корпорация "Проф-Медиа" (ВКПМ) с января 2011 г. на частоте 98,8 МГц организовала работу новой радиостанции — "Радио Романтика". В программе — современная зарубежная и отечественная музыка. Потенциальная аудитория — женщины в возрасте от 25 до 35 лет. Сайт радиостанции — **<www.radioromantika.ru>**. Одновременно эта же станция начала работать в 22 региональных городах бывшей сети "Радио Алла", вместо которой "Радио Романтика" и работает.

Время вещания российской радиостанции "Орфей" — с 06.00 до 21.00. Города и частоты вещания:

- Волгоград и Волгоградская обл. — на частоте 71,33 МГц;
- Екатеринбург и Свердловская обл. — на частоте 69,92 МГц;
- Курган и Курганская обл. — на частоте 106,0 МГц;
- Липецк и Липецкая обл. — на частоте 70,07 МГц;
- Москва и Московская обл. — на частотах 72,14 и 99,20 МГц;
- Пермь и Пермский край — на частотах 66,80, 67,43, 67,88, 67,97 и 73,01 МГц;
- Санкт-Петербург и Ленинградская обл. — на частоте 1125 кГц;
- Смоленск и Смоленская обл. — на частоте 104,3 МГц;
- Тула и Тульская обл. — на частоте 71,93 МГц.

ВЛАДИМИРСКАЯ обл., г. Ковров. С февраля 2011 г. к региональной сети вещания "Радио Дача" присоединился г. Ковров, станция работает на частоте 104,5 МГц. (Региональная сеть вещания этой радиостанции в настоящий момент насчитывает 28 городов, технический охват составляет более 35 млн слушателей).

ВОЛГОГРАД. В феврале этого года прекращено вещание радиостанции "Орфей" в диапазоне средних волн на частоте 1161 кГц. (Единственная оставшаяся частота радиостанции в этом диапазоне — 1125 кГц в Санкт-Петербурге).

ИВАНОВО. Здесь в феврале начала работу радиостанция "Серебряный дождь" на частоте 106,3 МГц.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

БЕЛОРУССИЯ. Радиостанция "Белорусское радио" на коротких волнах транслирует "Первый национальный канал": 03.00—20.00 — на частотах 6010, 6040, 6070, 6190, 7235 и 7280 кГц; 16.00—22.00 — на частотах 6080 и 6115 кГц.

"Канал Культура" в эфире — 16.00 — 22.00 — на частоте 7265 кГц.

ВЕЛИКОБРИТАНИЯ. Русская служба "Би-Би-Си" в наступившем году существенно сократит количество радиопрограмм и будет вещать только через Интернет. В 2011 г. в рамках сокращения бюджета Всемирной службы "Би-Би-Си" будут закрыты Сербская, Албанская и Македонская службы, а также редакции, выпускающие программы для Карибского региона на английском языке и на португальском — для Африки.

Кроме того, прекращено радиовещание на украинском, азербайджанском, турецком, вьетнамском и китайском (диалект мандарин) языках.

Руководство Всемирной службы "Би-Би-Си", в состав которой входит и Русская служба, объявило об увольнении в общей сложности около 650 сотрудников, что составляло около 25 % ее штата.

В связи с изменениями прекращено традиционное радиовещание на русском языке. При этом несколько радиопрограмм будут транслироваться в режиме онлайн на сайте **<http://www.bbcrussian.com>**.

Британская вещательная корпорация объявила, что увольнения на Всемирной службе стали результатом сокращения правительственного гранта, выделяемого правительством для зарубежного вещания.

ГЕРМАНИЯ. Радиостанция "Немецкая волна" с января 2011 г. прекратила вещание на русском языке с использованием средневолновых передатчиков в России и Приднестровье: 693, 999 и 1188 кГц (соответственно Москва, Григориополь и Санкт-Петербург).

ЕГИПЕТ. Радиостанцию "Радио Каир" на русском языке можно слушать с 19.00 до 20.00 на частоте 9280 кГц (к сожалению, модуляция сигнала оставляет желать лучшего).

ПРИДНЕСТРОВЬЕ. Радиостанция "Голос Приднестровья" для трансляций на русском языке использует коротковолновую частоту 7290 кГц. Получасовые передачи идут в 18.00, 20.00 и в 22.00. Утром вещание — 03.00 — 05.00 — на частоте 999 кГц. Все указанные трансляции — только с понедельника по пятницу.

СЕРБИЯ. Радиостанция "Международное радио Сербии" с программами на русском языке с 16.00 до 16.30 — на частоте 9505 кГц и с 19.00 до 19.30 — на частоте 6100 кГц.

СЛОВАКИЯ. С января 2011 г. радиостанция "Международное радио Словакии" полностью прекратила свое вещание на коротких волнах. Теперь все трансляции можно слушать в прямом эфире на сайте **<http://www.newweb.rozhlas.sk/radio-international-ru/ako-nas-pocuvat-internet#>**.

На русском языке вещание ведется через российский мультикультурный канал "Всемирная радиосеть" (WRN — World Radio Network): **<http://www.wrn.ru>**, а также в эфире ежедневно тридцатиминутные программы транслируются для Москвы и Московской обл. на частоте 738 кГц в 14.30 с повтором в 01.30.

УКРАИНА. Радиостанция "Международная служба радио Украины" — 15.00 — 18.00 — на частоте 7435 кГц транслирует программы на украинском языке в направлении России. С февраля 2011 г. это единственная коротковолновая частота иновещания Украины.

ЧЕХИЯ. Радиостанция "Радио Прага" полностью прекратила вещание на коротких волнах через свой передающий центр в Литомысле (Litomysl) с февраля 2011 г. Передачи теперь можно слушать на сайте **<http://www.radio.cz/ru>** или через спутниковые ретрансляторы.

На русском языке вещание ведется через канал "Всемирная радиосеть", а также в эфире ежедневно тридцатиминутные программы транслируются для Москвы и Московской обл. на частоте 738 кГц в 12.30 с повторами в 01.00, 05.00 и 07.00.

ШВЕЦИЯ. Радиостанция "Радио Швеция" с ноября 2010 г. полностью прекратила вещание в эфире. Теперь передачи на русском языке можно послушать на сайте **<http://sverigesradio.se/rs/red/ind_rys.html>**.

ЯПОНИЯ. С декабря 2010 г. корпорация "NHK World" добавила новую передачу на русском языке в направлении Средней Азии — 16.00 — 16.30 — на частоте 900 кГц. Используются средневолновый передатчик в Таджикистане мощностью 300 кВт и ненаправленная антенна.

Хорошего приёма и 73!

Время всюду — UTC.
MSK время = UTC + 4 ч (летний период).

тел. 607-88-18 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Электронно-релейный стабилизатор напряжения

Г. ГАДЖИЕВ, с. Ново-Георгиевка, Дагестан

Стабилизатор предназначен для ступенчатой стабилизации переменного напряжения на нагрузке мощностью до 1 кВт. Он собран на основе автотрансформатора, обмотки которого электронный переключатель с помощью реле включает синфазно или противофазно, поддерживая напряжения на нагрузке в допустимых пределах.

При изменении сетевого напряжения от 145 до 275 В напряжение на выходе стабилизатора изменяется в интервале 187...242 В (220 В ±10...15 %), что является допустимым для питания большинства бытовых электроприборов. Схема устройства показана на **рис. 1**. Трансформатор Т1 включен как автотрансформатор. В зависимости от положения подвижных контактов реле К1.1 и К2.1 вторичные обмотки II (35 В), III (10 В) и IV (15 В) будут подключены к нагрузке синфазно или противофазно с напряжением сети. Электронная часть питается от обмотки IV. Ее напряжение выпрямляет диодный мост VD1 и затем сглаживает конденсатор С2. Напряжение питания электронной части стабилизировано интегральным стабилизатором DA1 с выходным напряжением 12 В.

Напряжение обмотки IV использовано для контроля сетевого напряжения. Для этого оно выпрямляется диодным мостом VD2 (выходное напряжение которого сглаживает конденсатор С1) и с резистивного делителя R2R3R4 поступает на неинвертирующие входы компараторов, собранных на ОУ DA2.1—DA2.3. На инвертирующий вход ОУ DA2.1 поступает напряжение с параметрического стабилизатора, собранного на резисторе R9 и стабилитроне VD3. На инвертирующий вход ОУ DA2.2 поступает напряжение с делителя напряжения R5R6, а на инвертирующий вход ОУ DA2.3 — с делителя R7R8. В цепь положительной обратной связи каждого ОУ включены резисторы (R10—R12), которые обеспечивают гистерезис при переключении компараторов и тем самым повышают помехоустойчивость устройства.

Светодиоды HL1—HL3 индицируют состояние компараторов, при низком уровне напряжения на их выходах они светят. Светодиоды необходимы в процессе налаживания, по его окончании их можно демонтировать. К выходам ОУ DA2.1 и DA2.2 подключены логические элементы "ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ" DD1.1 и DD1.2, которые совместно с элементом DD1.3 и компараторами задают алгоритм работы устройства. На транзисторах VT1, VT2 собраны электронные ключи, которые подают напряжение питания на реле К1 и К2. Цепь R1C3 — "искрогасительная", диоды VD4 и VD5 защищают транзисторы от напряжения самоиндукции обмоток реле, которое возникает при закрывании транзисторов, а конденсаторы С7, С8 повышают устойчивость переключения реле (устраняют дребезг контактов).

Алгоритм работы устройства и значения напряжения на входах и выходах компараторов приведены в **таблице**. При низком уровне (лог. 0) на выходах компараторов соответствующий светодиод будет включен. Положение контактов реле на схеме показано в обесточенном состоянии.

Рис. 1

Устройство имеет четыре ступени регулирования. При сетевом напряжении от 145 до 180 В напряжение на движке резистора R4, а значит, и на неинвертирующем входе каждого ОУ меньше, чем на их инвертирующем входе. Поэтому на выходах всех компараторов низкий уровень (все светодиоды включены). На выходе элемента DD1.3 также низкий уровень и транзисторы VT1 и VT2 открыты. На реле поступает питающее напряжение, подвижные контакты групп К1.1 и К2.1 находятся в нижнем по схеме положении. Напряжение на нагрузке равно напряжению сети плюс напряжение "вольто-

Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

РАДИО®

Ступени регулирования	Напряжение сети, В	Напряжение на входах ОУ, В				Логический уровень на выходе ОУ			Состояние контактов реле по схеме В — верхнее, Н — нижнее		Напряжение на нагрузке, В
		Инв. DA2.1	Инв. DA2.2	Инв. DA2.3	Неинв. DA2.1—DA2.3	DA2.1	DA.2.2	DA2.3	K1.1	K2.1	
1	145...180	6,2	4,8	5,3	3,8...4,8	0	0	0	Н	Н	187...229
2	180...197				4,8...5,3	0	1	0	Н	В	205...224
3	197...230				5,3...6,2	0	1	1	В	Н	197...230
4	230...275				6,2...7,4	1	1	1	В	В	198...242

добавки", снимаемое с вторичных обмоток II, III и IV трансформатора Т1. В указанном выше интервале изменения сетевого напряжения на нагрузке оно будет изменяться примерно от 187 до 239 В.

При напряжении сети 180...197 В на движке резистора R4 напряжение изменяется в интервале от 4,85 до 5,3 В, поэтому на неинвертирующем входе ОУ DA2.2 оно станет больше, чем на инвертирующем и он переключится (светодиод HL3 погаснет). На выходе элементов DD1.2 и DD1.3 установится высокий уровень, транзистор VT2 закроется, реле К2 обесточится, а его контакты К2.1 переключатся. В этом случае напряжение на нагрузке будет равно напряжению сети плюс напряжение "вольтодобавки", снимаемое с обмотки II трансформатора Т1, т. е. 205...224 В.

Когда напряжение сети находится в интервале 198...230 В, на движке резистора R4 напряжение может изменяться от 5,31 до 6,2 В — это больше, чем на инвертирующем входе ОУ DA2.3. Компаратор на этом ОУ переключится (светодиод HL1 погаснет), и на выходе элемента DD1.3 установится высокий уровень. Поэтому транзистор VT1 закроется, VT2— откроется. Реле К2 включено, а К1 — отключено. В этом случае напряжение сети поступает, минуя вторичные обмотки трансформатора Т1 непосредственно на нагрузку.

При повышении сетевого напряжения до 231...275 В на движке резистора R4 оно превысит 6,2 В, компаратор на ОУ DA2.1 переключится (светодиод HL2 погаснет), что приведет к появлению высокого уровня на выходе элемента DD1.3. Оба транзистора закрыты, а реле обесточены. Поэтому напряжение на нагрузке будет равно напряжению сети минус напряжение обмоток III и IV трансформатора Т1, т. е. 198...224 В.

Большинство деталей стабилизатора смонтированы на макетной печатной плате с использованием проводного монтажа. Применены резисторы МЛТ, С2-23, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, конденсатор С3 — К73-17. Диодные мосты КЦ407А можно заменить любыми из серий КЦ410, КЦ412 или DB107. Светодиоды — любого цвета свечения, которые обеспечивают требуемую яркость свечения при токе 10 мА. Выключатель питания должен быть рассчитан на коммутацию сетевого напряжения и ток не менее 5...6 А, подойдут переключатели В1201, В1202. Реле следует выбрать из серий TR90 (например, TR90-12VDC-FB-C), TR91 (например, TR91(F)-12VDC-FB-C), подойдут и другие с напряжением включения 12 В и переключающими контактами, рассчитанными на коммутацию переменного напряжения не менее 250 В и ток нагрузки не менее 5 А.

Рис. 2

В авторском варианте трансформатор намотан на кольцевом магнитопроводе с наружным диаметром 176 мм, внутренним — 120 мм, высотой — 90 мм из электротехнической стали. Все обмотки намотаны проводом ПЭТВ-2 или ПЭВ-2, первичная — проводом диаметром 0,7 мм, вторичные — 1,2...1,5 мм. Обмотка I содержит 370 витков, а обмотки II, III и IV — 60, 18 и 26 витков соответственно. Можно применить унифицированный трансформатор ТПП-322, схема его включения показана на **рис. 2**.

Для налаживания стабилизатора потребуются ЛАТр и мультиметр. Налаживание проводят в следующей последовательности. Подключают устройство к сети без нагрузки и проверяют работоспособность интегрального и параметрического стабилизаторов напряжения. Проводят предварительную установку напряжения на входах компараторов. Подстроечными резисторами R5, R7 устанавливают на инвертирующих входах ОУ DA2.1 и DA2.3 напряжения в соответствии с таблицей. Если напряжение сети в пределах нормы, резистором R4 устанавливают на конденсаторе С4 напряжение около 6 В.

Затем к выходу устройства подключают реальную нагрузку, чтобы была учтена реакция трансформатора Т1 на нее, а вход устройства подключают к выходу ЛАТра. На его выходе устанавливают напряжение 230 В. Плавным вращением движка резистора R4 добиваются момента срабатывания компаратора на ОУ DA2.1 — все светодиоды должны погаснуть. Далее на выходе ЛАТра устанавливают напряжение 180...181 В, и все светодиоды должны включиться. Подстроечным резистором R5 добиваются переключения компаратора DA2.2 (погасания светодиода HL3). Установив на выходе ЛАТра напряжение 197...198 В, подстроечным резистором R7 добиваются переключения компаратора DA2.3 (погасания светодиода HL1). Пороги переключения следует проверить еще раз, и при необходимости налаживание повторить.

Плату и трансформатор устанавливают в корпус подходящих размеров. На задней панели монтируют держатель предохранителя и гнездо для подключения нагрузки, на передней — выключатель питания. Если необходимо индицировать работу стабилизатора, на передней панели можно разместить и светодиоды, в этом случае они могут быть разного цвета свечения.

Работа с USB HID устройствами в Windows

П. ВЫСОЧАНСКИЙ, г. Рыбница, Приднестровье, Молдавия

В связи с постепенным исчезновением COM- и LPT-портов из современных компьютеров радиолюбителям приходится искать альтернативные интерфейсы для связи разрабатываемых ими микроконтроллерных устройств с компьютером. Обычно выбирают порт USB, поскольку он присутствует в каждом современном компьютере. Этому способствует наличие недорогих и доступных микроконтроллеров со встроенным модулем USB. А при достаточной производительности и свободных ресурсах можно реализовать работу USB программными средствами микроконтроллера.

Разработка драйвера USB-устройства для компьютера не каждому под силу, так как это требует немалых знаний и специального набора компьютерных программ. Выходом из данной ситуации может быть создание USB-устройств класса HID (Human Interface Device — устройство взаимодействия человека с компьютером), драйверы для которых имеются в операционной системе.

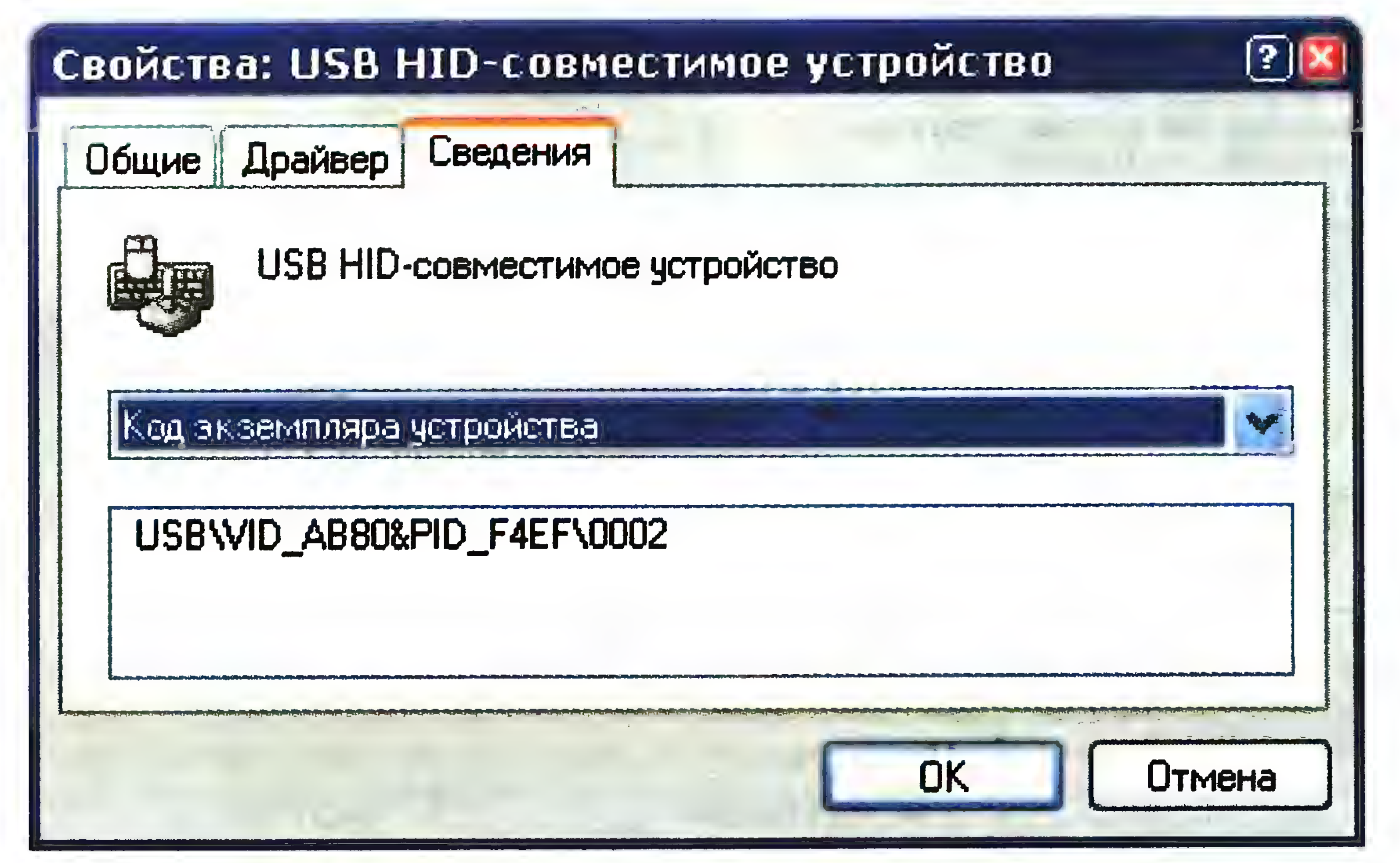


Рис. 1

К HID относятся, в частности, USB-клавиатуры, мыши, джойстики и другие средства ручного ввода информации. Тип устройства должен быть задан в специальной логической структуре, называемой дескриптором сообщения. Спецификацией HID предусмотрен тип "нестандартное устройство", которым можно пользоваться для обмена произвольной информацией. Это позволяет создавать различные конструкции с интерфейсом USB — термометры, программаторы, вольтметры, которые компьютер воспринимает как HID, хотя фактически они таковыми не являются. Для работы с HID в операционных системах семейства Windows предусмотрены так называемые API-функции, находящиеся в системных библиотеках "hid.dll", "setupapi.dll", "kernel32.dll" и некоторых других. Эти функции позволяют не только работать с HID, но и узнавать некоторые параметры его конфигурации, которые требуются, например, для определения оптимального объема буферов приема и передачи.

Чтобы упростить работу с HID, был разработан компонент приложения — динамическая библиотека подпрограмм (DLL), названная "HID_Lib_Plus". Она создана в среде PureBasic 4.41 на основе исходного текста разработанной мной ранее библиотеки пользовательских функций "HID_Lib". Собственно, поэтому ей и было дано такое имя. В отличие от "HID_Lib", которая предназначена исключительно для PureBasic, "HID_Lib_Plus" можно использовать в любой среде программирования, поддерживающей вызовы функций из динамических библиотек, например в Visual Studio или Delphi.

Библиотека HID_Lib_Plus содержит 16 функций, рассматриваемых ниже.

Функция **HID_DeviceTest(PID, VID, VersionNumber, Index)** определяет, подключено ли к компьютеру устройство с требуемыми идентификаторами. Их задают в первых трех аргументах. Эти идентификаторы можно увидеть в окне свойств устройства "Диспетчер устройств" Windows. В приведенном на **рис. 1** примере подключенное устройство имеет VID — AB80, PID — F4EF, VersionNumber — 2. Учтите, все эти значения — шестнадцатеричные числа. Аргументом Index указывают требуемое устройство, когда к компьютеру их подключено несколько с одинаковыми идентификаторами. Все аргументы данной функции занимают два байта памяти компьютера. Результат выполнения функции будет равен 1, если устройство подключено и нормально работает, или 0 в противном случае.

Функция **HID_OpenDevice(PID, VID, VersionNumber, Index)** открывает доступ к устройству перед началом работы с ним. Назначение ее аргументов и их размерность такие же, как и у функции HID_DeviceTest. При успешном получении доступа (устройство должно быть доступно для записи и чтения) функция возвращает целое число, так называемый handle — идентификатор устройства, назначенный операционной системой. Он необходим для работы большинства других функций библиотеки, имеющих одноименный аргумент. Такой подход позволяет одновременно работать с несколькими HID.

Функция **HID_CloseDevice(Handle)** завершает работу с HID и освобождает все ресурсы компьютера, использовавшиеся при работе с ним. Ее параметр — идентификатор устройства, полученный ранее с помощью функции HID_OpenDevice. В случае успешного выполнения заданной операции будет возвращено число, не равное нулю.

Функция **HID_ReadDevice(Handle, *buffer, Len)** читает информацию из HID, точнее, из его конечной точки типа INPUT. Она помещает полученную информацию в буфер, созданный в оперативной памяти компьютера. Указатель на начало буфера нужно передать этой функции во втором аргументе. Третий аргумент — объем буфера в байтах. Его значение должно быть на единицу больше заданного в дескрипторе сообщения устройства. Если это условие не соблюдено, произойдет ошибка. Функция возвращает число принятых байтов. Как правило, оно равно заданному объему буфера, но может отличаться от него в случае ошибки приема.

Функция **HID_WriteDevice(Handle, *buffer, Len)** передает информацию устройству через конечную точку типа OUTPUT из указанного вторым аргументом буфера. В остальном логика ее работы аналогична функции HID_Read Device.

Особенность функций HID_ReadDevice и HID_WriteDevice заключается в том, что они не возвращают управление вызвавшей их программе до завершения чтения или записи информации. Это приводит, например, к тому, что при чтении программа "зависает", пока от HID не поступит весь ожидаемый информационный пакет. Поэтому для чтения и обработки информации рекомендуется создать в программе отдельный поток.

Функции **GetInputReport(Handle, *buffer, Len)** и **HID_SetOutputReport (Handle, *buffer, Len)** — альтернатива рассмотренным выше функциям HID_ReadDevice и HID_WriteDevice. Они не ожидают завершения чтения или записи, но доступны только в операционных системах, начиная с Windows XP. При успешном выполнении функция возвращает число, не равное нулю (как правило, 1).

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
РАДИО № 4, 2011

Функции **HID_GetFeature(Handle, *buffer, Len) и HID_SetFeature(Handle, *buffer, Len)** выполняют операции соответственно чтения и записи информации, если HID для обмена информацией использует FEATURE-сообщения, передаваемые через нулевую конечную точку. Эти функции ожидают завершения приема и передачи, но, благодаря специальному механизму обмена, зависания программы при приеме не происходит. При успешном выполнении функции возвращают число, не равное нулю (как правило, 1).

Функция **HID_GetCaps(Handle, *Capabilities.HIDP_CAPS)** позволяет получить некоторые сведения о конфигурации HID. Они будут помещены в стандартную структуру HIDP_CAPS, указатель на которую должен быть передан во втором аргументе. В **табл. 1** приведено описание структуры на языке C++. На интернет-сайте www.microsoft.com можно найти подробные сведения о ней.

Наибольший интерес в этой структуре представляют члены InputReportByteLength, OutputReportByteLength и FeatureReportByteLength. Они позволят правильно рассчитать размеры буферов приема и передачи информации.

Функция **HID_GetNumInputBuffers (Handle)** позволяет узнать размер буфера, в котором временно хранится информация, отправленная устройством, но еще не прочитанная программой.

Функции **HID_GetManufacturerString (Handle), HID_GetProductString(Handle)** и **HID_GetSerialNumberString(Handle)** позволяют получить сведения соответственно о разработчике устройства, его названии и серийном номере. Каждая из них возвращает указатель на строку содержащего запрошенную информацию текста в кодах ASCII или Unicode (в зависимости от версии использованной библиотеки "HID_Lib_Plus").

Функция **HID_DeviceInfo(*Struct. HID_DeviceInfo)** помещает в структуру HID_DeviceInfo, указатель на которую должен быть передан в качестве аргумента, список всех HID, подключенных к компьютеру и их конфигурацию. Описание структуры HID_DeviceInfo на языке PureBasic приведено в **табл. 2**. Переменные с префиксом w имеют тип Word и занимают по два байта памяти компьютера, а переменные с префиксом s — строкового типа. В приложении к статье можно найти утилиту "HID_Info", основанную на использовании данной функции.

В качестве примера рассмотрим работу с несложным USB HID, схема которого показана на **рис. 2**, собранном на микроконтроллере ATmega8-16PI. Программа микроконтроллера была разработана в среде BASCOM-AVR версии 1.11.9.8 с использованием USB-драйвера swusb.LBX. В программную память микроконтроллера следует загрузить файл Demo_Device.HEX, а конфигурацию установить в соответствии с **рис. 3**.

С этим устройством работает компьютерная программа, названная Demo_Device, несколько модификаций которой можно найти в приложении к статье. Окно этой программы показано на **рис. 4**. Нажатиями на имеющиеся в нем экранные кнопки можно включать и выключать светодиод HL1 (см. рис. 2). Контролируется и состояние кнопки SB1 (0 — не нажата, 1 — нажата).

Исходный текст этой программы на языке PureBasic приведен в **табл. 3**. Константами #USB_PID и #USB_VID заданы идентификаторы устройства. По ним его будет опознавать операционная система компьютера. Далее

Таблица 1

```
typedef struct _HIDP_CAPS {
  USAGE Usage;
  USAGE UsagePage;
  USHORT InputReportByteLength;
  USHORT OutputReportByteLength;
  USHORT FeatureReportByteLength;
  USHORT Reserved[17];
  USHORT NumberLinkCollectionNodes;
  USHORT NumberInputButtonCaps;
  USHORT NumberInputValueCaps;
  USHORT NumberInputDataIndices;
  USHORT NumberOutputButtonCaps;
  USHORT NumberOutputValueCaps;
  USHORT NumberOutputDataIndices;
  USHORT NumberFeatureButtonCaps;
  USHORT NumberFeatureValueCaps;
  USHORT NumberFeatureDataIndices;
} HIDP_CAPS, * PHIDP_CAPS;
```

Таблица 2

```
Structure HID_Sub_DeviceInfo
 VendorID.w
 ProductID.w
 VersionNumber.w
 NumInputBuffers.w
 InputReportByteLength.w
 OutputReportByteLength.w
 FeatureReportByteLength.w
 Manufacturer.s
 Product.s
 SerialNumber.s
EndStructure

Structure HID_DeviceInfo
 ; число обнаруженных HID устройств
 CountDevice.w
 ; Статический массив структур
 ; "HID_Sub_DeviceInfo"
 DeviceInfo.HID_Sub_DeviceInfo[258]
EndStructure
```



Рис. 4

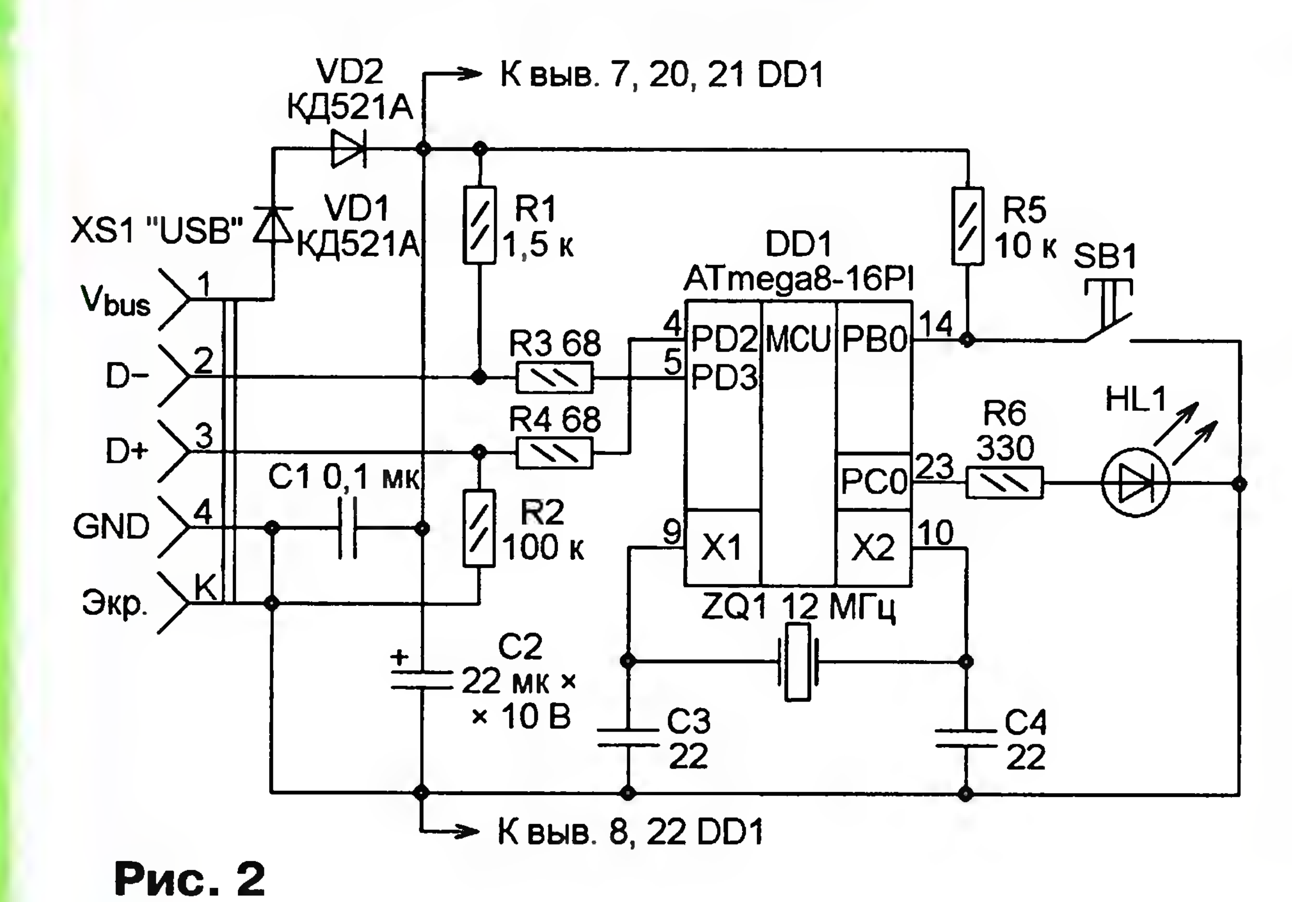


Рис. 2

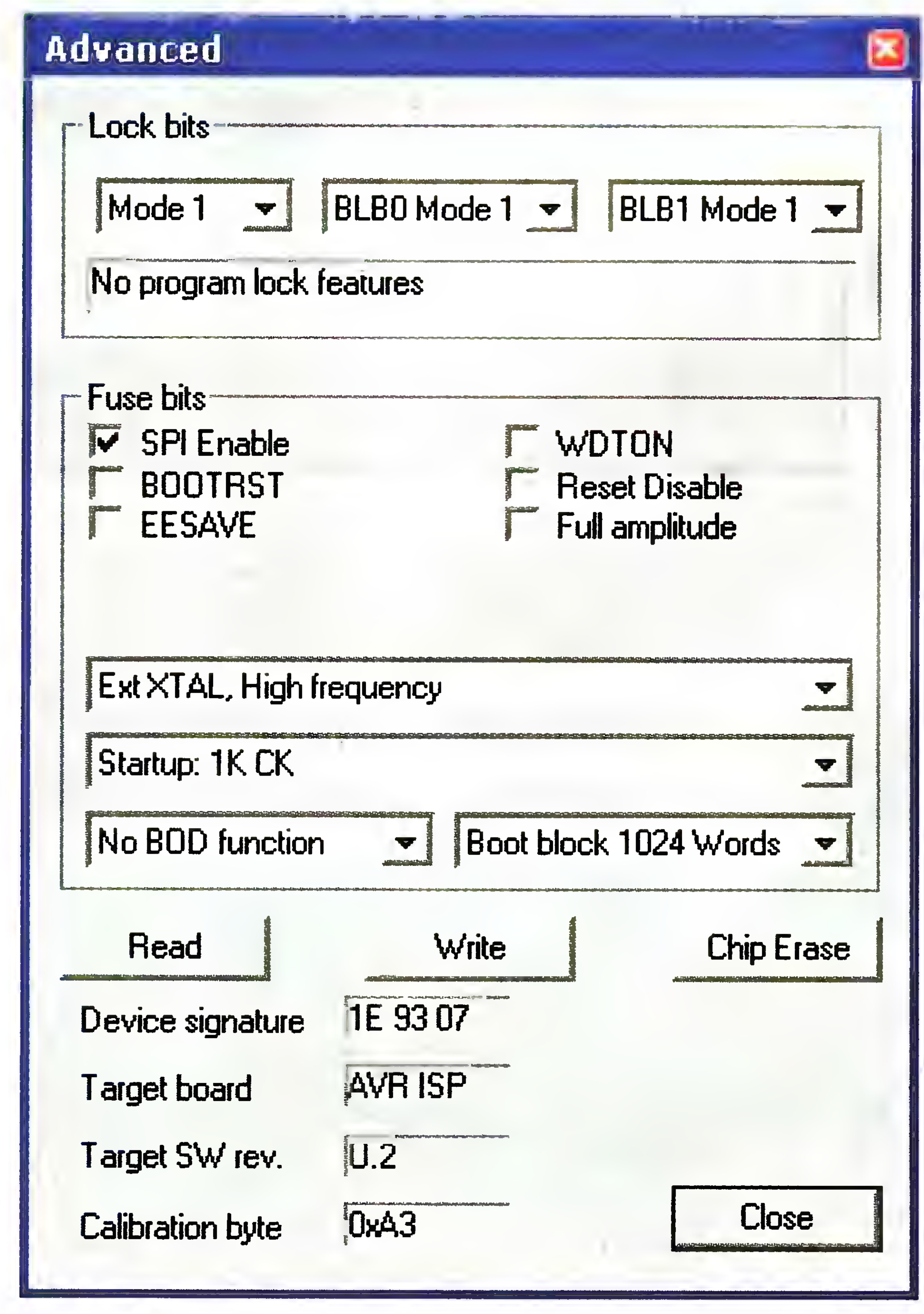


Рис. 3

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

Таблица 3

```
#USB_PID=$F4EF  ; USB идентификаторы устройства.
#USB_VID=$AB80

Enumeration
  #Window_0
  #Text_0
  #Text_1
  #Button_0
  #Button_1
EndEnumeration

Global R_Handle, W_Handle ; Глобальные переменные.

If OpenLibrary(1,"HID_Lib_Plus.dll")=0 ; Загрузка библиотеки.
MessageRequester("", "Нет "+Chr(34)+"HID_Lib_Plus.dll"+Chr(34))
End  ; Завершение работы программы.
EndIf
; Объявление функций из библиотеки HID_Lib_Plus.
Prototype HID_D_Test(PID.w, VID.w, Number.w, Index.w)
Global HID_DeviceTest.HID_D_Test=GetFunction(1,"HID_DeviceTest")
Prototype HID_O_Dev(PID.w, VID.w, Number.w, Index.w)
Global HID_OpenDevice.HID_O_Dev=GetFunction(1,"HID_OpenDevice")
Prototype HID_R_Dev(Handle, *Buffer, LenBuf)
Global HID_ReadDevice.HID_R_Dev=GetFunction(1,"HID_ReadDevice")
Prototype HID_W_Dev (Handle, *Buffer, LenBuf)
Global HID_WriteDevice.HID_W_Dev=GetFunction(1,"HID_WriteDevice")
Prototype HID_C_Dev(Handle)
Global HID_CloseDevice.HID_C_Dev=GetFunction(1,"HID_CloseDevice")
; Проверка подключения устройства.
Procedure FindDevice_Timer()
Static Old_Test
Test=HID_DeviceTest(#USB_PID, #USB_VID, 2, 0)
If Test<>Old_Test ; Устройство подключили или отключили.
 Old_Test=Test
 If Test          ; Устройство подключили.
  W_Handle=HID_OpenDevice(#USB_PID, #USB_VID, 2, 0)
  R_Handle=HID_OpenDevice(#USB_PID, #USB_VID, 2, 0)
  SetGadgetText(#Text_0, "Устройство подключено")
  SetGadgetColor(#Text_0, #PB_Gadget_FrontColor, 0)
 Else             ; Устройство отключили.
  HID_CloseDevice(R_Handle) : R_Handle=0
  HID_CloseDevice(W_Handle) : W_Handle=0
  SetGadgetText(#Text_0, "Устройство не найденно")
  SetGadgetColor(#Text_0, #PB_Gadget_FrontColor, $0000FF)
  SetGadgetText(#Text_1, "Кнопка = 0")
 EndIf
EndIf
EndProcedure
; Прием данных от HID устройства.
; Код процедуры выполняется в отдельном потоке.
Procedure ReadDavice_Thread(*p)
 Dim InBuffer.b(2) ; Массив, используемый как буфер приёма.
Repeat
 If R_Handle      ; Устройство подключено к компьютеру.
  InBuffer(0) = 0 ; Идентификатор репорта.
  If HID_ReadDevice(R_Handle, @InBuffer(), 2)
   SetGadgetText(#Text_1, "Кнопка = "+Str(InBuffer(1) ! 1))
  EndIf
 EndIf
 Delay(10)        ; Пауза, равная 10 миллисекунд.
ForEver
EndProcedure
; Передача данных HID устройству.
Procedure SendDevice(Led.b)
 Dim OutBuffer.b(2)  ; Массив, используемый как буфер передачи.
 If W_Handle         ; Устройство подключено к компьютеру.
  OutBuffer(0) = 0   ; Идентификатор репорта.
  OutBuffer(1) = Led
  HID_WriteDevice(W_Handle, @OutBuffer(), 2)
 Else
  MessageRequester("Demo Device","Устройство не обнаружено!",16)
 EndIf
EndProcedure

Flag = #PB_Window_MinimizeGadget|#PB_Window_ScreenCentered
Flag = Flag |#PB_Window_Invisible
OpenWindow(#Window_0, 0, 0, 258, 116, "USB Demo device", Flag)
TextGadget(#Text_0, 5, 10, 250, 15, "Устройство не найденно")
 SetGadgetColor(#Text_0, #PB_Gadget_FrontColor, $0000FF)
TextGadget(#Text_1,150,60,95,15,"Кнопка = 0",#PB_Text_Center)
ButtonGadget(#Button_0, 5, 35, 120, 28, "Зажечь светодиод")
ButtonGadget(#Button_1, 5, 75, 120, 28, "Погасить светодиод")

FindDevice_Timer()
HideWindow(#Window_0, 0)
AddWindowTimer(#Window_0, 1, 400)      ; Активация таймера.
CreateThread(@ReadDavice_Thread(), 0)

Repeat
 Event=WaitWindowEvent()
 If Event=#PB_Event_Timer ; События от таймера.
     If EventTimer()=1    ; Таймер с ID 1.
       FindDevice_Timer() ; Проверка доступности устройства.
     EndIf
 ElseIf Event=#PB_Event_Gadget ; События от гаджетов.
   Gadget=EventGadget()
   If Gadget = #Button_0 Or Gadget = #Button_1
     SendDevice(Gadget - #Button_1) ; Клик по кнопкам.
   EndIf
 EndIf
Until Event=#PB_Event_CloseWindow ; Закрыли окно.
```

объявлены две глобальные (доступные в процедурах) переменные R_Handle и W_Handle, предназначенные для хранения идентификаторов, присвоенных системой устройствам чтения и записи.

Прежде всего, функция Open Library пытается открыть библиотеку HID_Lib_Plus.dll. Если сделать это не удается, на экран выводится сообщение об этом и работа программы завершается. При успешном открытии библиотеки имеющиеся в ней функции объявляются с помощью операторов Prototype и вызовов функции GetFunction.

По таймеру каждые 400 мс вызывается процедура FindDevice_Timer, а при каждом ее вызове с помощью функции HID_DeviceTest определяется, подключено ли устройство HID к компьютеру. Если подключение зафиксировано, программа с помощью функции HID_OpenDevice получает два идентификатора этого устройства — для чтения и для записи.

Необходимость в отдельных идентификаторах связана с тем, что функция чтения HID_ReadDevice после вызова ждет поступления информации от устройства. Наличие разных идентификаторов позволяет выполнять запись информации, не дожидаясь завершения чтения.

При отключении HID от компьютера выполняются вызовы функции HID_Close Device, освобождающие все ресурсы компьютера, использовавшиеся для работы с рассматриваемым устройством.

Процедура ReadDevice_Thread, работая в отдельном потоке, читает информации из устройства. В начале работы она создает локальный массив переменных байтового типа (на что указывает префикс b). Этот массив — буфер для хранения принятой информации. Прием выполняется в бесконечном цикле Repeat—ForEver.

Перед чтением информации в нулевой элемент массива-буфера заносится равный нулю идентификатор сообщения. После этого вызывается функция HID_ReadDevice, которой передается указатель на нулевой элемент массива. Эта функция ожидает поступления информации от устройств и, как только она получена, завершает работу, оставляя в буфере принятую информацию, которую и отображает в окне программы функция SetGadgetText.

Процедура SendDevice отправляет информацию устройству. Буфером передачи служит массив OutBuffer. В его нулевой элемент также заносится идентификатор сообщения, равный нулю, а в первый элемент помещается предназначенный для передачи байт из переменной Led. Функция HID_WriteDevice передает информацию из буфера в устройство.

В основной части программы создаются главное окно программы (функцией OpenWindow) и элементы ее пользовательского интерфейса. После этого активируется таймер, который каждые 400 мс в отдельном потоке, созданном с помощью функции CreateThread, запускает процедуру ReadDevice_Thread.

В цикле Repeat—Until располагается обработчик событий программы. Идентификатор текущего события он определяет с помощью функции Wait WindowEvent. Обрабатываются три типа событий:

— срабатывание таймера (вызывается процедура FindDevice_Timer);

— нажатие на экранную кнопку (вызывается процедура SendDevice, передающая информацию HID);

— закрывание окна (выполняется заданное в операторе Until условие выхода из цикла, что прерывает цикл и завершает работу программы).

Библиотека "HID_Lib_Plus" была скомпилирована в четырех вариантах: для 32- и 64-разрядных операционных систем Windows и с кодированием текста ASCII и Unicode. Работа библиотек

проверена в операционных системах Windows 98 SE (только HID_Lib_Plus.dll), Windows XP и Windows 7. При выборе версии библиотеки следует исходить из типа создаваемого приложения. Например, если требуется создать Unicode-приложение для 64-разрядной операционной системы, следует использовать библиотеку, хранящуюся в файле HID_Lib_Plus_Unicode_x64.dll.

В папке "Примеры" приложения к статье есть несколько программ с исходными текстами на языке PureBasic, которые демонстрируют основные возможности рассматриваемой библиотеки. Это уже упомянутая программа Demo_Device, разновидность которой есть также на языках Delphi 7 и VB.NET. Программа Demo_Device_Info отображает сведения о демонстрационном устройстве, используя для этого функции HID_GetCaps, HID_GetManufacturer String, HID_GetProductString и HID_ GetSerialNumberString.

Программа HID_Info отображает сведения обо всех USB HID устройствах, подключенных к компьютеру. Для этого она использует функцию HID_DeviceInfo.

Программа PicKit2_Test демонстрирует работу с программатором PICkit 2 фирмы Microchip, который также для компьютера представляет собой HID. После ее запуска на секунду включится светодиод "Target" программатора. Затем он будет выключен, а программа завершит работу, не создавая никаких окон.

Программа USB_HID предназначена для работы с устройством, описанным в статье **С. Сурова** "Обмен информацией с USB HID устройством" ("Радио", 2010, № 3, с. 25—28). При его повторении не удалось приобрести микроконтроллер ATmega88, поэтому пришлось немного модифицировать программу микроконтроллера, чтобы она работала на имеющемся в наличии ATmega8. Загрузочный файл модифицированной программы USB_HID_ATmega8.hex имеется в приложении. Внесенные изменения не затронули работу USB и протокол обмена информацией, поэтому программа USB_HID будет работать как с оригинальной версией устройства на ATmega88, так и с модифицированной на ATmega8.

***От редакции**. Файлы-приложения к статье находятся на нашем FTP-сервере по адресу **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/04/ HID_Lib_Plus.zip>**.*

Расчет магнитной проницаемости магнитопроводов

Ю. ИЛИТИЧ, пгт. Верховина Ивано-Франковской обл., Украина

Предлагаемая методика и соответствующая ей программа предназначены для измерения и расчета магнитной проницаемости материалов магнитопроводов импульсных блоков питания. Это позволяет использовать магнитопроводы без маркировки или с неизвестной маркировкой.

На страницах журнала "Радио" опубликовано множество описаний импульсных блоков питания. Один из основных элементов такого устройства — импульсный трансформатор, от правильного расчета которого зависят работоспособность, надежность и долговечность блока и питаемого прибора. В описаниях этих устройств указаны материал и типоразмер магнитопровода, а также намоточные данные трансформатора, поэтому проблем с изготовлением устройства не возникает. А как быть радиолюбителю, который решил повторить устройство, но не может найти нужный магнитопровод? На помощь приходят методики и программы расчета импульсного трансформатора [1, 2]. Зачастую у радиолюбителя накапливаются трансформаторы от различных блоков питания телевизоров, компьютеров и прочей бытовой техники. Если магнитопровод имеет маркировку, то нужную для расчета информацию находят в справочниках [3, 4] или на сайтах в Интернете (особенно для зарубежных ферритов). Эти параметры подставляют в формулы или вводят в программы. Но попадаются магнитопроводы, которые не имеют никаких опознавательных знаков (а если и имеют, то что-либо определить по ним трудно). Предлагаемая методика была разработана именно для таких магнитопроводов.

Она основана на известной формуле расчета индуктивности тороидальной обмотки

$$L = \frac{\mu_0 \cdot \mu \cdot S \cdot w^2}{\ell}, \qquad (1)$$

где L — индуктивность, Гн; w — число витков; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м — абсолютная магнитная проницаемость вакуума; μ — магнитная проницаемость материала магнитопровода; ℓ — средняя длина магнитной силовой линии в магнитопроводе, м; S —площадь поперечного сечения магнитопровода, м^2.

Из (1) получаем формулу для расчета магнитной проницаемости

$$\mu = \frac{L \cdot \ell}{\mu_0 \cdot S \cdot w^2}. \qquad (2)$$

Для практических расчетов более удобна формула, полученная из (2), в которой индуктивность выражена в микрогенри, а размеры — в миллиметрах:

$$\mu = \frac{796L \cdot \ell}{S \cdot w^2}. \qquad (3)$$

Кроме индуктивности, для расчета магнитной проницаемости материала магнитопровода нужно еще знать параметры ℓ и S. Следует учесть, что формула (3) приближенная и дает наиболее точный результат для тороидальных (кольцевых) магнитопроводов. Для других типов (Ш-образный, П-образный, броневой), которые имеют разветвленную магнитную цепь, сложно вывести точные формулы, связывающие индуктивность, магнитную проницаемость и размеры магнитопровода. Поэтому расчеты ведут, используя так называемые эквивалентные размеры ℓ и S ([5], с. 20—36), которые подставляют в формулу (3). Для радиолюбительской практики такой точности достаточно. В **таблице** перечислены формулы для определения ℓ и S для наиболее распространенных типов магнитопроводов [5].

Работу ведут в определенной последовательности.

1. На исследуемый магнитопровод наматывают пробную обмотку, например, из 10...20 витков провода диаметром 0,3...0,4 мм (их число и диаметр роли не играют). Важно, чтобы витки равномерно по всей длине разместились на магнитопроводе. Для удобства расчета по формуле (3) лучше намотать 10 витков. Затем измеряют индуктивность пробной обмотки в микрогенри. Если магнитопровод состоит из нескольких частей (Ш-образный, П-образный, броневой), то его нужно сжать, чтобы устранить или минимизировать немагнитный зазор, который уменьшает индуктивность пробной обмотки и занижает вычисленное значение магнитной проницаемости материала. Также следует учесть влияние инструментов, стягивающих болтов и шпилек, поэтому желательно, чтобы они были изготовлены из немагнитных материалов.

2. Далее из таблицы выбирают тип исследуемого магнитопровода и по соответствующему чертежу делают все необходимые измерения в миллиметрах. Измерять лучше штангенциркулем, чтобы результаты были как можно точнее. Затем по соответствующим формулам вычисляют среднюю длину магнитной линии ℓ в миллиметрах и площадь поперечного сечения S в квадратных миллиметрах.

3. Измеренную в микрогенри индуктивность, число витков w, а также значения ℓ и S подставляют в формулу (3) и определяют магнитную проницаемость материала магнитопровода.

Номер рисунка	Тип магнитопровода	Формулы для расчета	
		ℓ	S
1	Тороидальный	$\ell=\pi\cdot(D+d)/2$	$S=h\cdot(D-d)/2$
2	Ш-образный, с круглым центральным стержнем	$\ell=A+B+F-E$	$S=\pi\cdot E^2/4$
3	Ш-образный, с квадратным или прямоугольным центральным стержнем	$\ell=A+B+F-E$	$S=C\cdot E$
4	Броневой (из двух чашек)	$\ell=d1-d2+2\cdot(h1+h2)$	$S=\pi\cdot(d2^2-d3^2)/4$
5	П-образный	$\ell=A+B+D+F$	$S=\pi\cdot C^2/4-G\cdot I$

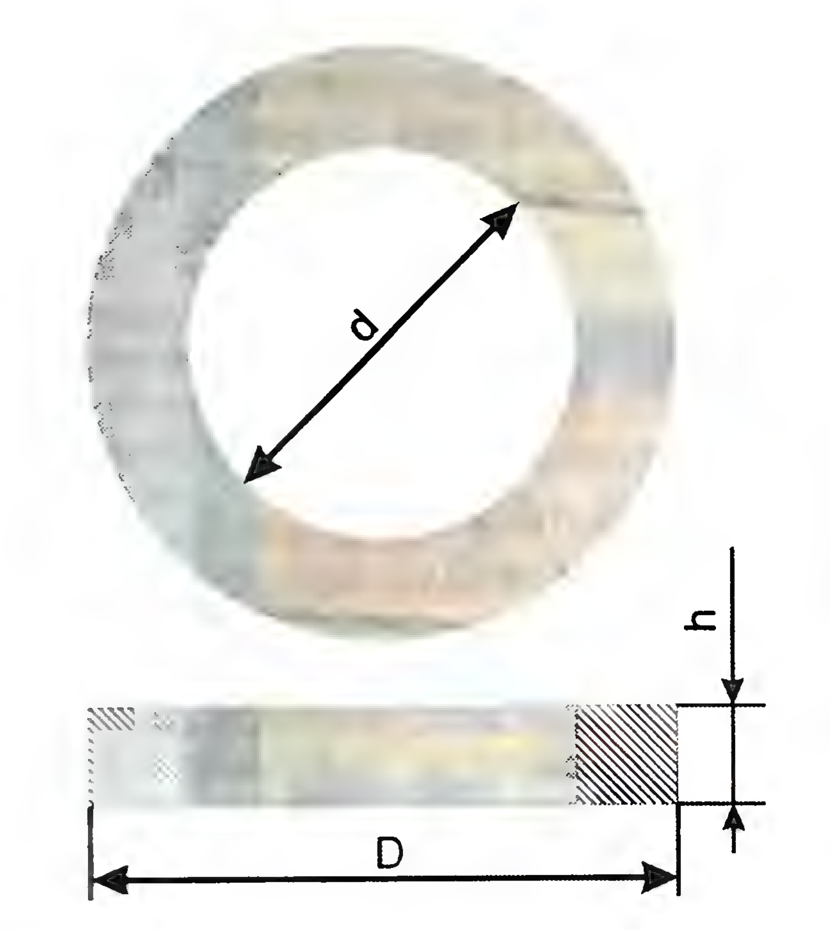


Рис. 1

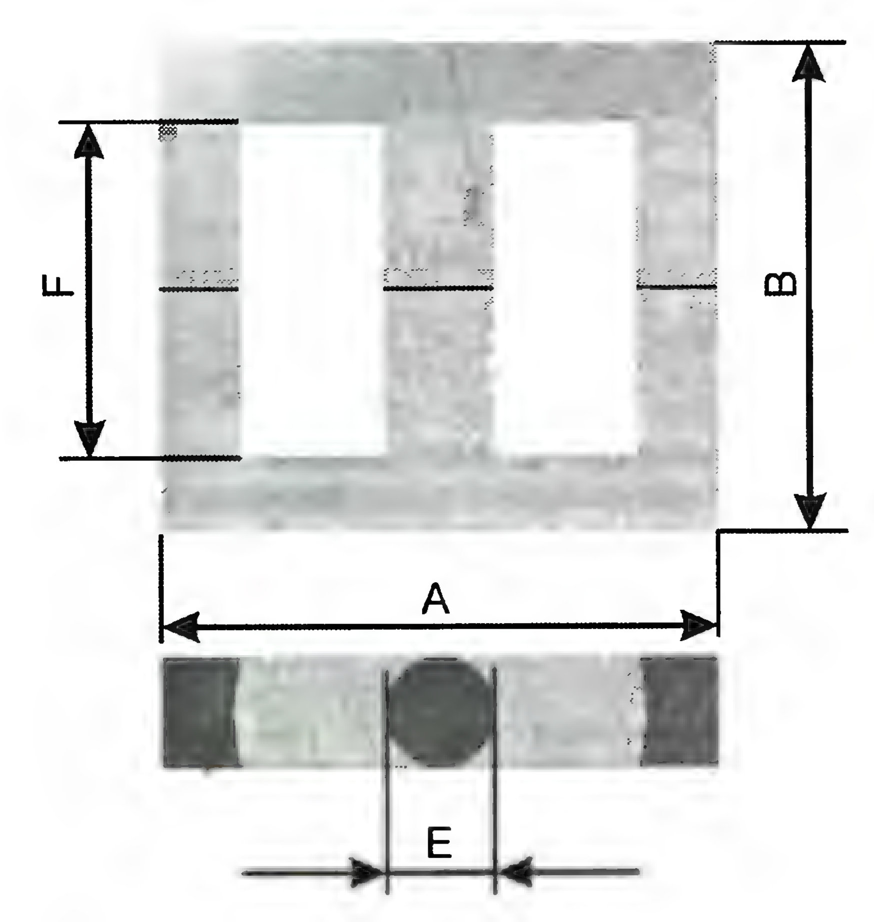


Рис. 2

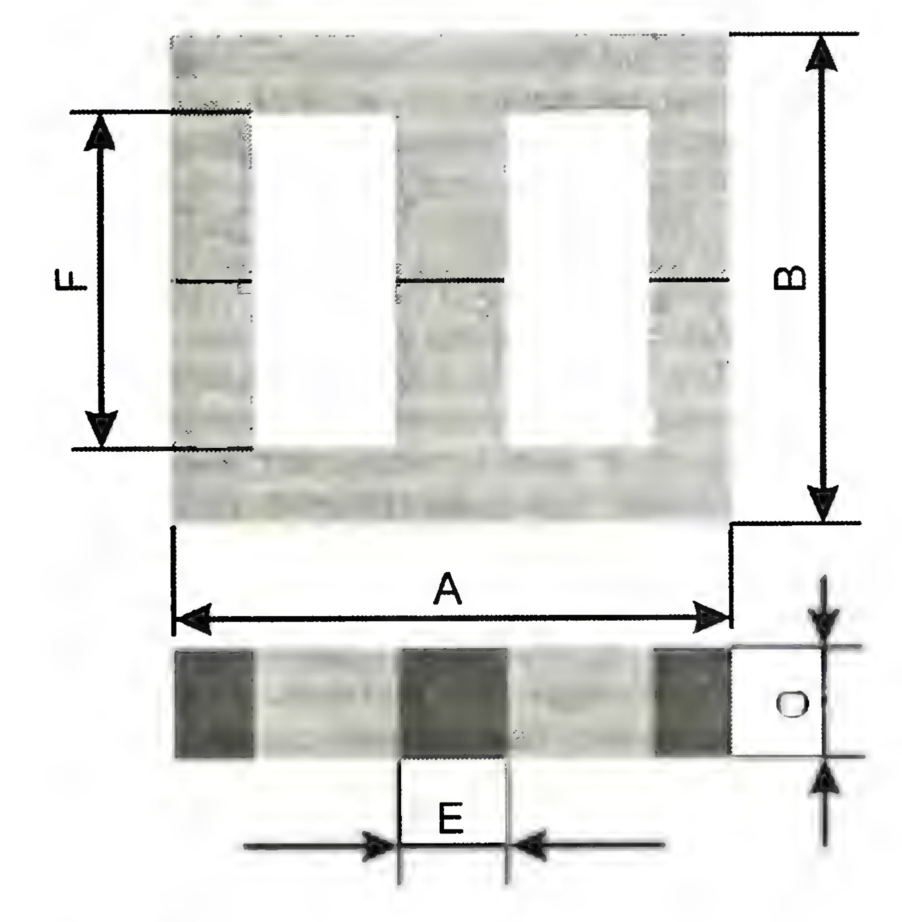


Рис. 3

Рис. 4

Рис. 5

Для упрощения расчетов и экономии времени разработана программа "μ-Калькулятор" для ПК, которая по предлагаемой методике рассчитывает магнитную проницаемость магнитопроводов распространенных типов. Программа написана в среде **Visual Studio 2008** фирмы Microsoft на языке **Visual Basic 2008 EE**. Она также определяет сечение магнитопровода и среднюю длину магнитной линии, которые тоже нужны для дальнейших расчетов импульсного трансформатора. Зная магнитную проницаемость материала магнитопровода, можно по справочникам найти ближайший аналог и определить необходимые параметры (индукцию насыщения, удельные потери и др.).

Папка с программой может иметь любое удобное имя и храниться на любом носителе или разделе жесткого диска. В ней имеются исполняемый файл **MUCalculator.exe** и файл справки **Help.chm** (его можно запустить отдельно, чтобы изучить работу с программой до ее использования), а также файлы чертежей магнитопроводов. При удалении или переименовании любого из этих файлов программа сообщит об ошибке, но останется работоспособной.

После запуска программы **MUCalculator.exe** открывается ее окно (**рис. 6**). В его верхней части расположена строка меню, содержащая два пункта: **Файл** и **Справка**. Пункт меню **Файл** состоит из команд: **Сохранить** — сохраняет текущий расчет в текстовом файле внутри папки с программой, **Печать** — печатает текущий расчет на системном принтере, **Рассчитать** — выполняет расчет магнитной проницаемости выбранного магнитопровода, **Выход** — выход из программы без сохранения текущего расчета. Пункт меню **Справка** информирует пользователя о программе и ее авторе.

Часть окна программы ниже строки меню состоит из пяти панелей (рис. 6): 8 — выбор типа магнитопровода, 7 — ввод его размеров, 1 — вывод изображения чертежа магнитопровода, 2 — расчет, 3 — вывод результата расчета. Последняя панель имеет три кнопки: 6 — очистка полей ввода, 5 — вызов справки, 4 — выход из программы. Панель расчета, показанная с увеличением на **рис. 7**, содержит элементы: 5 и 4 — поля для ввода индуктивности L и числа витков w пробной обмотки; 3 — кнопка **Рассчитать**, 2 и 1 — поля для вывода вычисленных значений S и ℓ.

На панели выбора типа магнитопровода щелчком левой кнопки мыши выбирают тип исследуемого магнитопровода. После этого в правом верхнем углу панели появляется чертеж выбранного магнитопровода с указаниями необходимых размеров, а также надписи возле полей. Далее как можно точнее измеряют в миллиметрах все необходимые размеры исследуемого магнитопровода и записывают их в соответствующие поля.

На панели расчета вводят измеренную в микрогенри индуктивность пробной обмотки и число ее витков. При наличии дробной части ее вводят после разделительной точки (не запятой). После ввода всей информации нажимают на кнопку **Рассчитать** или выполняют команду меню **Файл→Рассчитать**. После этого в полях вывода появятся вычисленные значения ℓ и S, а также μ — магнитной проницаемости материала магнитопровода.

Для проведения нового расчета нужно очистить все поля нажатием на кнопку **Очистить**. Для удобства программа показывает всплывающие подсказки при наведении указателя мыши на основные объекты панелей и сообщения об ошибках, если какой-нибудь параметр не введен или введен неверно, с указанием названия этого параметра.

Распечатку результатов расчета выполняют командой меню **Файл→Печать**. По этой команде системный принтер печатает стандартную страницу A4 с результатами текущего расчета и чертежом магнитопровода.

Для сохранения результатов расчета в текстовый файл следует выполнить команду меню **Файл→Сохранить**. При этом откроется стандартное окно сохранения файла. В поле **Имя файла** нужно ввести имя сохраняемого файла (расширение .txt программа добавляет автоматически) и нажать на кнопку **Сохранить**. Если файла с таким именем не существу-

тел. 607-88-18 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

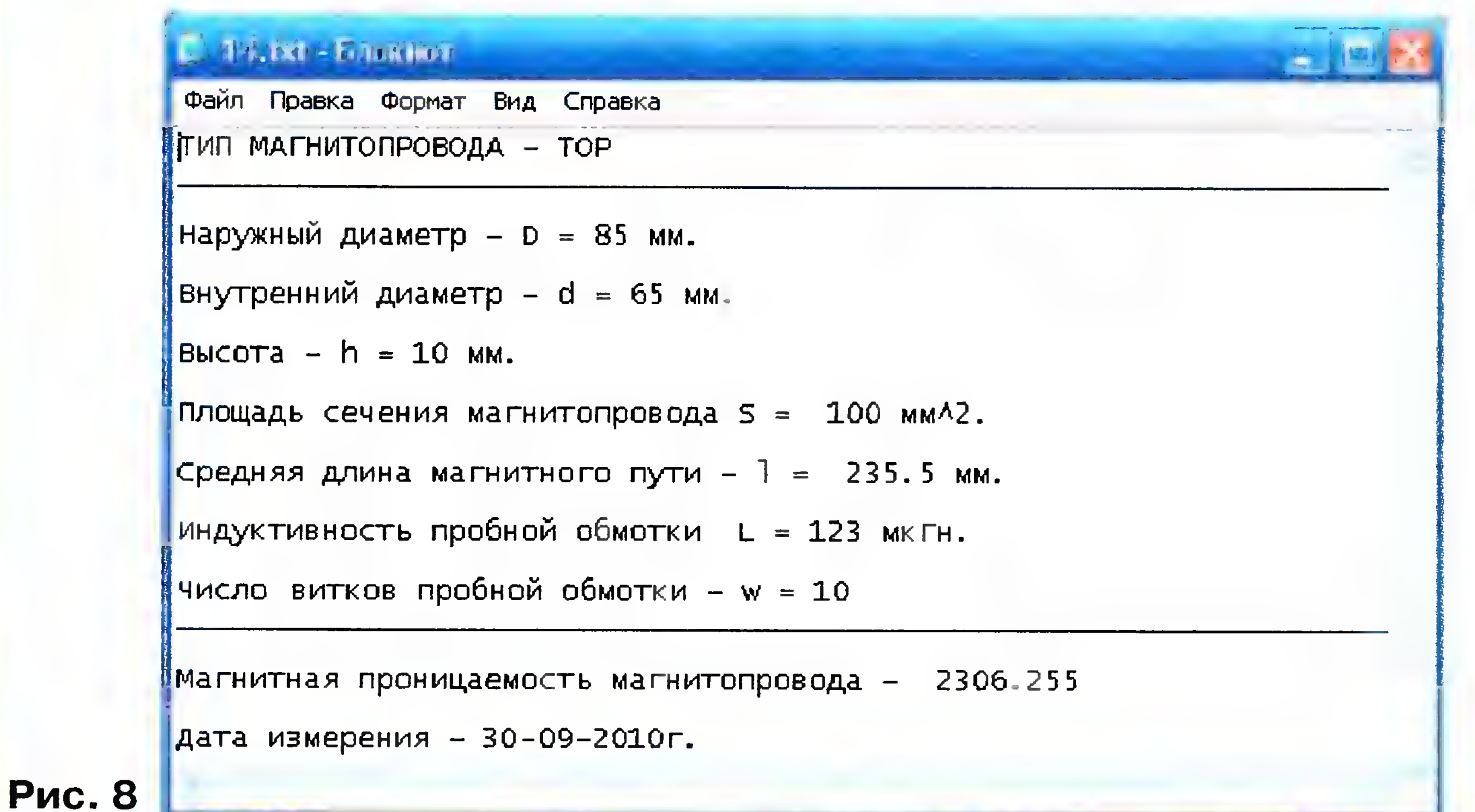
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru тел. 607-88-18

Рис. 6

Рис. 7

ет, программа спросит, нужно ли его создать. На этот вопрос надо ответить утвердительно (нажать на кнопку **OK**). В результате будет создан текстовый файл с информацией об исследуемом магнитопроводе, результатами и датой расчета. Если файл с таким именем существует, программа об этом предупредит и спросит, нужно ли его создать. Если на этот вопрос также ответить утвердительно, программа дописывает новые результаты расчета в конец этого файла, не стирая ранее сделанные записи.

Сохраненный файл можно прочитать, удалить в нем ненужные записи и распечатать с помощью любого подходящего текстового редактора, например, системной программы **Блокнот** (**рис. 8**).



1/4.txt - Блокнот

Файл Правка Формат Вид Справка

ТИП МАГНИТОПРОВОДА – ТОР

Наружный диаметр – D = 85 мм.

Внутренний диаметр – d = 65 мм.

Высота – h = 10 мм.

Площадь сечения магнитопровода S = 100 мм^2.

Средняя длина магнитного пути – l = 235.5 мм.

Индуктивность пробной обмотки L = 123 мкГн.

Число витков пробной обмотки – w = 10

Магнитная проницаемость магнитопровода – 2306.255

Дата измерения – 30-09-2010г.

Рис. 8

ЛИТЕРАТУРА

1. **Косенко С.** Расчет импульсного трансформатора двухтактного преобразователя. — Радио, 2005, № 4, с. 35—37, 44.

2. **Москатов Е.** Методика и программа расчета импульсного трансформатора двухтактного преобразователя. — Радио, 2006, № 6, с. 35—37.

3. **Куневич А. В., Сидоров И. Н.** Индуктивные элементы на ферритах. Ферритовые сердечники в узлах радиоаппаратуры. Справочник домашнего мастера. — Л.: Лениздат, 1997.

4. **Сидоров И. Н., Христинин А. А., Скорняков С. В.** Малогабаритные магнитопроводы и сердечники. — М.: Радио и связь, 1989.

5. **Гликман И. Я., Русин Ю. С., Горский А. Н.** Электромагнитные элементы радиоэлектронной аппаратуры. Справочник. — М.: Радио и связь, 1991.

***От редакции**. Предлагаемая методика полезна и для проверки магнитопроводов с известной маркировкой: измеренное значение магнитной проницаемости материала ниже естественного разброса обычно указывает на скрытые дефекты магнитопровода.*

Если магнитопровод должен работать с немагнитным зазором, то нужно измерить индуктивность пробной обмотки дважды: с зазором и без, чтобы учесть его влияние на уменьшение индуктивности обмоток. Например, если зазор уменьшает индуктивность в k раз, то для достижения требуемой индуктивности обмотки при наличии зазора нужно увеличить число ее витков в $\sqrt{k}$ раз по сравнению со случаем его отсутствия. Немагнитный зазор уменьшает остаточную магнитную индукцию магнитопровода, в результате чего без его насыщения можно пропускать через обмотку гораздо больший ток.

*Упомянутая в статье программа находится на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/04/mucalc.zip**>.*

Цифровой интерфейс к "лазерной рулетке"

А. ФИЛАТОВ, г. Таганрог Ростовской обл.

Включению в состав компьютеризированных систем управления и контроля многих распространенных измерительных приборов часто мешает отсутствие в таких приборах цифрового интерфейса, позволяющего передавать результаты измерения в компьютер и получать от него команды. Автор предлагаемой статьи рассказывает, как оборудовать цифровым интерфейсом портативный лазерный дальномер.

Измерение расстояний — была и есть важная задача на производстве и в быту. В последнее время большое распространение получили бесконтактные измерители сравнительно небольших дистанций. Эти приборы представлены в основном двумя видами: ультразвуковыми и лазерными. Ультразвуковые дальномеры отличаются невысокой стоимостью, но при этом имеют худшую точность измерения и меньшую максимальную измеряемую дистанцию. Лазерные дальномеры позволяют измерять дистанции до 200 м с погрешностью в единицы миллиметров. Более высокая точность и тенденция к снижению цены выводят их на первый план.

Лазерный дальномер часто называют "лазерной рулеткой", потому что он фактически заменил традиционную рулетку во многих отраслях производства. Вычисление площади и объема, сложение и вычитание результатов нескольких измерений — эти функции лазерного прибора стали привычными. Многие модели могут, используя теорему Пифагора, вычислить длину недоступного отрезка по результатам измерения расстояний от дальномера до его концов.

Как правило, для большинства применений вполне хватает функций, заложенных в самой недорогой "рулетке", рассчитанной только на визуальное считывание результата измерения. Однако передать результат в компьютер для дальнейшего использования способны лишь дорогие модели. Например, лазерные дальномеры DLS-A15 и DLS-A30 фирмы Dimetix оборудованы промышленным проводным интерфейсом RS-422, а приборы Leica DISTO D8 и Bosh DLE 150 connect — беспроводным интерфейсом Bluetooth. Однако дистанционное управление дальномерами с беспроводным интерфейсом, как правило, не предусмотрено, а компьютер может принимать передаваемую ими информацию только с помощью специального программного обеспечения.

Основное препятствие к широкому применению дальномеров промышленного производства с цифровым интерфейсом — высокая цена. Таким образом, актуальна задача оснащения недорогой "лазерной рулетки" интерфейсом, позволяющим дистанционно управлять ею и передавать результаты измерения удаленным потребителям (компьютерам, контроллерам различных механизмов).

В качестве объектов доработки были рассмотрены два дальномера: EcoDist и Infiniter 80. Анализ их устройства показал, что проще всего получить сведения об измеренной дистанции, используя информацию, посылаемую электронным блоком дальномера на индикатор для отображения. В дальномере EcoDist применяется символьный ЖКИ, считать информацию с которого затруднительно в связи с большим числом необходимых для этого точек подключения. Графический индикатор дальномера Infiniter 80 получает информацию по четырехпроводному последовательному интерфейсу. Поэтому для оборудования цифровым интерфейсом был выбран именно этот дальномер, внешний вид которого изображен на фото **рис. 1**.



Рис. 1

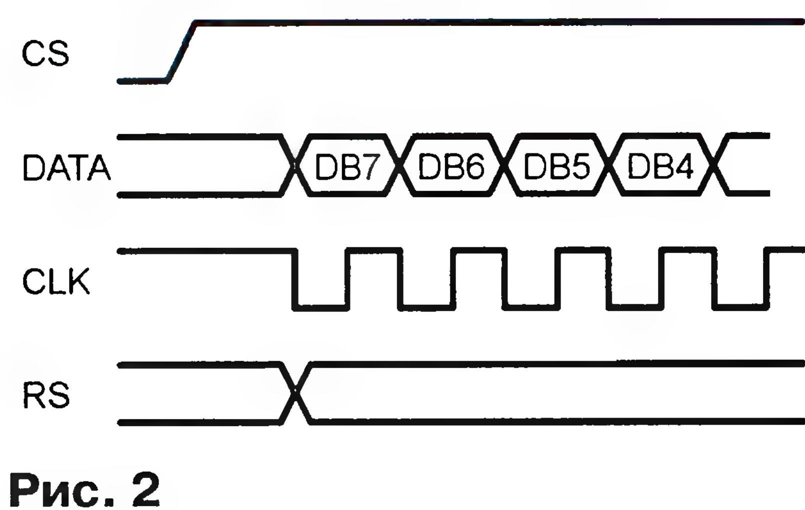


Рис. 2

Согласно поставленной задаче по интерфейсу дальномеру должна поступить команда выполнить измерение дистанции, а он — по запросу сообщить результат последнего измерения. Было решено использовать физические интерфейсы RS-485 и RS-232, а программно — частично реализовать протокол DCON.

ЖКИ дальномера Infiniter 80 имеет экран 132×65 пкс и выполнен по технологии COG (Controller On Glass) — микросхема его встроенного контроллера помещена непосредственно на стеклянный корпус собственно индикатора. Несмотря на отсутствие какой-либо маркировки, сопоставив число входных/выходных линий контроллера, разрешение индикатора, его физические размеры и другие факторы, все-таки удалось определить тип контроллера как S6B1713 фирмы Samsung.

В нем имеются параллельный и последовательный интерфейсы. В дальномере использован последовательный, временные диаграммы сигналов на линиях которого показаны на **рис. 2**. Сигнал CS активирует интерфейс, по линии DATA происходит передача информации последовательным кодом, CLK — тактовые импульсы, в зависимости от уровня на линии RS контроллер воспринимает передаваемую информацию либо как интерфейсную команду, либо как информацию для вывода на табло индикатора.

ЖКИ соединен с разъемом на плате дальномера гибким 18-проводным плоским кабелем. Чтобы "подслушать" информацию, получаемую индикатором, необходимо подключиться параллельно к контактам 1 (CS), 3 (RS), 4 (CLK) и 5 (DATA) этого разъема, проанализировать передаваемые сигналы и выделить из информационного потока сведения, относящиеся к результату измерения дистанции.

Экранная память рассматриваемого ЖКИ имеет страничную структуру, причем к каждой из девяти страниц можно обращаться независимо. Выяснилось, что информация об измеренной дистанции находится на страницах с пятой по седьмую. Форма выводимых на индикатор цифр показана на **рис. 3**. Их изображения построены по электронным фотографиям экрана.

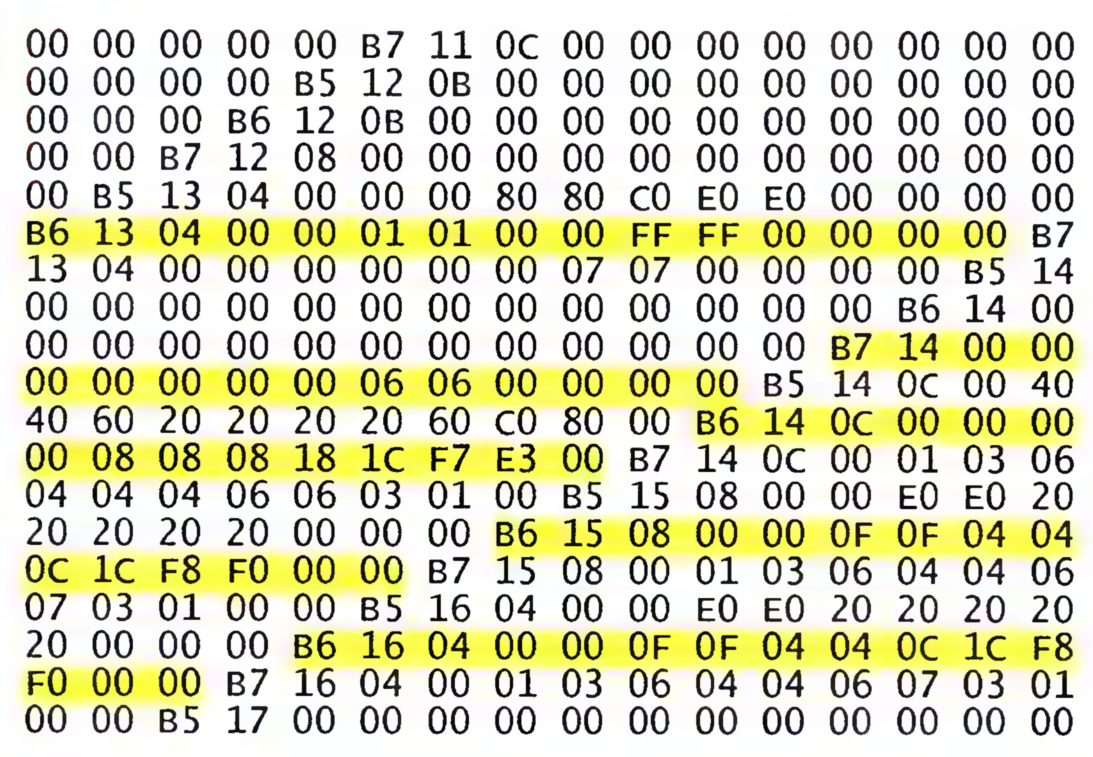
Хотя каждая цифра размещается на трех страницах экранной памяти ЖКИ, для однозначной идентификации оказалось достаточным анализировать только информацию, направляемую на шестую страницу. Соответствующие кодовые последовательности представлены шестнадцатеричными числами в нижней части рисунка. Исключение — десятичная точка; ее образ целиком умещается на седьмой странице экранной памяти, так что приходится анализировать и ее.

Пример информационного потока, поступающего в контроллер ЖКИ, показан на **рис. 4**. Анализ его выделенных

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru



Рис. 3



00	00	00	00	00	B7	11	0C	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	00	B5	12	0B	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	00	B6	12	0B	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	00	B7	12	08	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00
00	B5	13	04	00	00	00	80	80	C0	E0	E0	00	00	00	00
B6	13	04	00	00	01	01	00	00	FF	FF	00	00	00	00	B7
13	04	00	00	00	00	00	00	07	07	00	00	00	00	B5	14
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	B6	14	00
00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	B7	14	00	00
00	00	00	00	00	06	06	00	00	00	00	B5	14	0C	00	40
40	60	20	20	20	60	C0	80	00	B6	14	0C	00	00	00	00
00	08	08	08	18	1C	F7	E3	00	B7	14	0C	00	01	03	06
04	04	04	06	06	03	01	00	B5	15	08	00	00	E0	E0	20
20	20	20	20	00	00	00	B6	15	08	00	00	0F	0F	04	04
0C	1C	F8	F0	00	00	B7	15	08	00	01	03	06	04	04	06
07	03	01	00	00	B5	16	04	00	00	E0	E0	20	20	20	20
20	00	00	00	B6	16	04	00	00	0F	0F	04	04	0C	1C	F8
F0	00	00	B7	16	04	00	01	03	06	04	04	06	07	03	01
00	00	B5	17	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00

Рис. 4

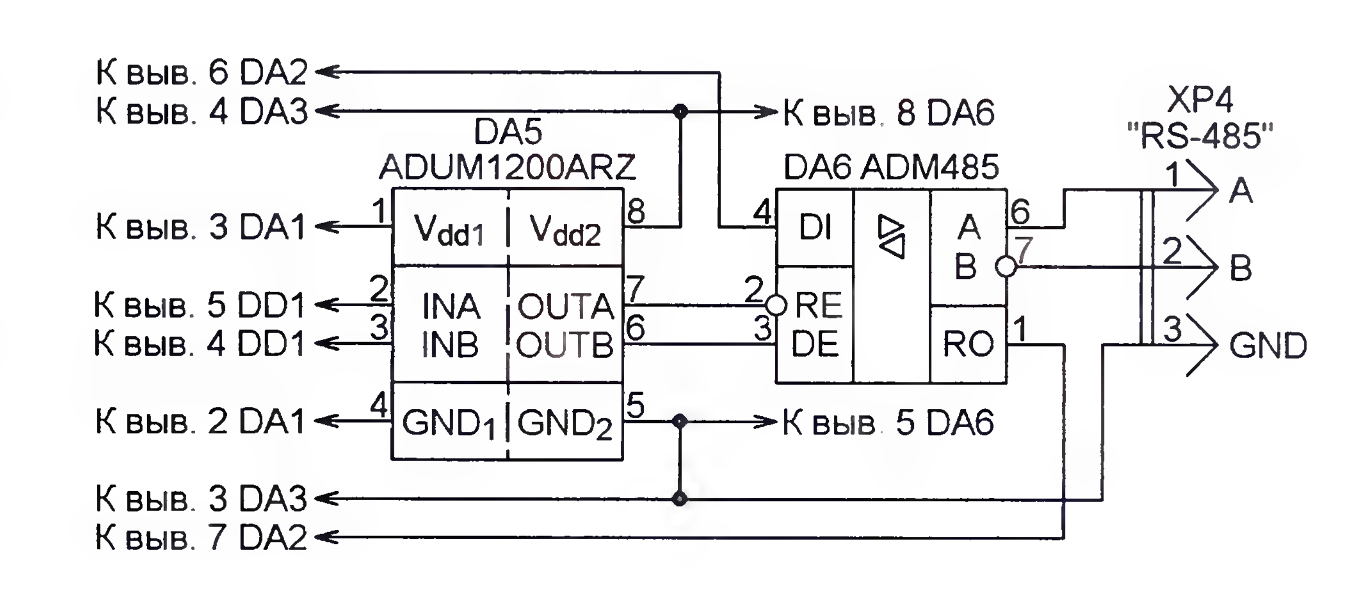


Рис. 6

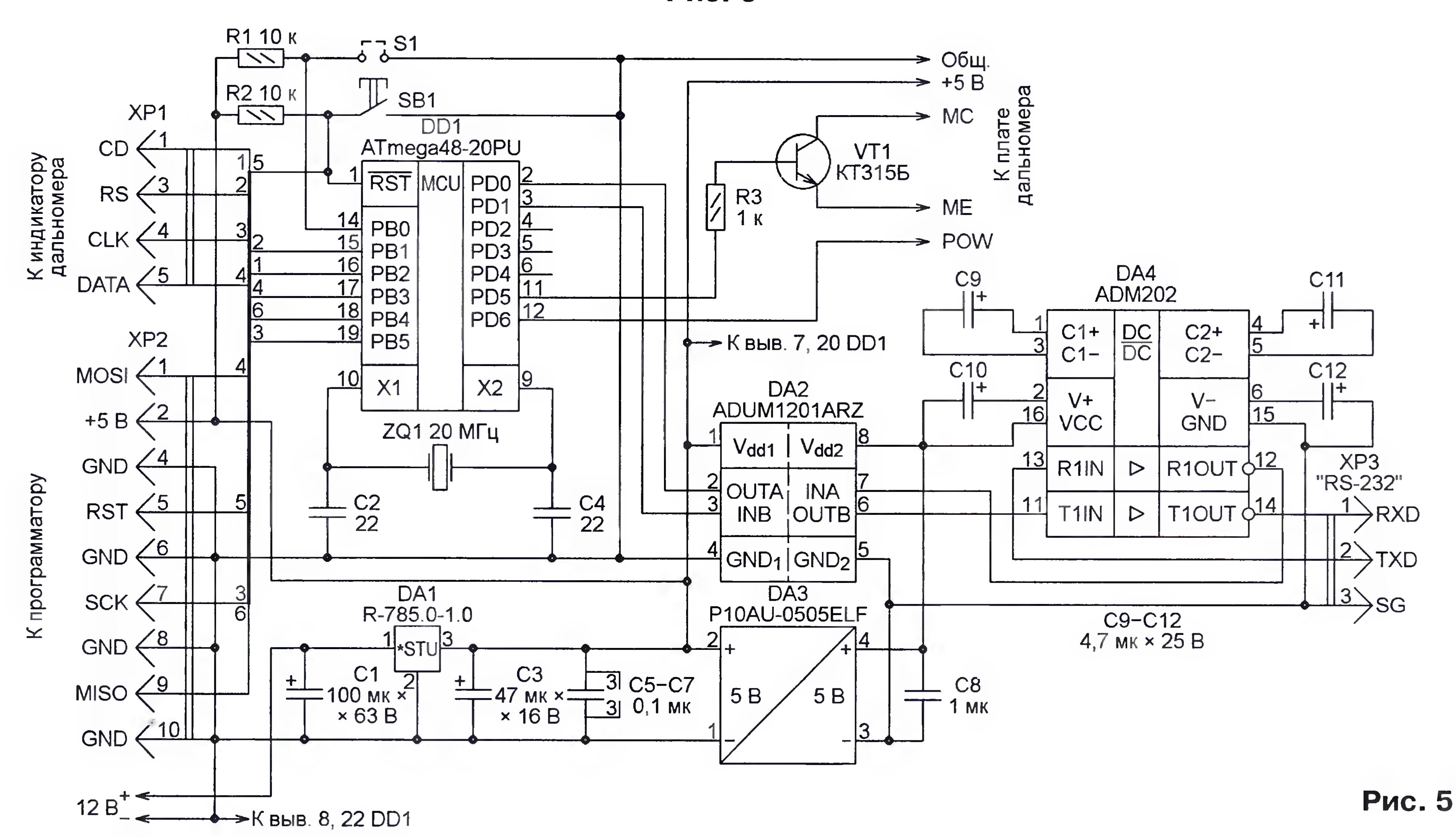


Рис. 5

на рисунке фрагментов, начинающихся байтами 0xB6 и 0xB7, свидетельствует, что на индикатор выводится число 1,355.

В результате изучения особенностей индикатора был принят следующий алгоритм идентификации цифр: после обнаружения в потоке байта-адреса страницы принимаются следующие за ним 14 байтов. Эта последовательность сравнивается с подготовленными заранее шаблонами цифр. При совпадении опознанная цифра направляется на дальнейшую обработку. Эту процедуру следует выполнять всякий раз после получения дальномером команды выполнить измерение.

Для анализа информации, поступающей на индикатор, передачи его результата по цифровому интерфейсу и приема команд разработана приставка к дальномеру, схема которой показана на **рис. 5**. Микроконтроллер ATmega48-20PU (DD1) имеет встроенный контроллер последовательного интерфейса SPI, который удобно использовать для обработки сигналов, снимаемых с ЖКИ дальномера. Эти сигналы поступают в приставку по гибкому плоскому кабелю.

Предусмотрена полная гальваническая развязка цепей интерфейса RS-232 от микроконтроллера приставки и дальномера. Для этого между микроконтроллером DD1 и драйвером интерфейса RS-232 DA4 включена микросхема гальванической развязки DA2, имеющая два канала, передающих сигналы в противоположных направлениях. Питание драйвера и соединенной с ним части микросхемы DA2 напряжением 5 В производится



через изолирующий преобразователь DC/DC DA3.

При необходимости организовать в приставке интерфейс RS-485 в нее нужно добавить еще две микросхемы согласно схеме, изображенной на **рис. 6**. Микросхема ADUM1200ARZ (DA5) отличается от ADUM1201ARZ (DA2) только тем, что оба ее канала передают сигналы в одном направлении. В данном случае это сигналы управления приемником и передатчиком драйвера интерфейса RS-485 ADM485 (DA6). Гальваническая развязка информационных сигналов и питания микросхемы DA6 производится теми же средствами, что и для микросхемы DA4. Если интерфейсом RS-232 пользоваться не предполагается, микросхему DA4, конденсаторы C9—C12 и разъем XP3 в приставку можно не устанавливать.

Лазерный дальномер Infiniter 80 при автономной работе питается от двух гальванических элементов типоразмера AA. Однако в нем имеется импульсный преобразователь, повышающий напряжение питания до 5 В. Это дает возможность отказаться от автономного питания, подав напряжение +5 В от приставки непосредственно на выход импульсного преобразователя. Дальномер потребляет в среднем 80 мА, причем во время измерения дистанции потребляемый ток достигает 700...800 мА.

Для дистанционного управления дальномером (включение, выключение, запуск цикла измерения) необходимо подключится к его кнопкам. Провод POW подключают к среднему контакту кнопки "ON/OFF", а провода MC и ME — к контактам кнопки "Measure". Лучше всего впаивать соединительные провода в переходные отверстия на плате дальномера, связанные с нужными контактами. Провода +5 В и Общ. припаивают к соответствующим печатным проводникам.

Все принимаемые и передаваемые приставкой сообщения представляют собой символьные последовательности в коде ASCII. Это позволяет использовать для налаживания и проверки устройства любую компьютерную терминальную программу, работающую с последовательным портом. Предусмотрено всего четыре команды: запуск цикла измерения, запрос передачи измеренного значения, задание конфигурации, запрос имени устройства.

Дальномер вместе с подключенной к нему приставкой помещаются в прочный металлический корпус с отверстием для прохода лазерного луча и интерфейсными разъемами. Проверка этой конструкции показала ее устойчивую работу и достаточно высокую стабильность показаний. Было испытано тридцать экземпляров дальномера и установлено, что точность измерений соответствует заявленной производителем. Общие затраты на простой дальномер и его доработку оказались значительно меньше стоимости готового прибора, оснащенного подобным интерфейсом.

***От редакции.** Программа микроконтроллера находится на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/04/laser.zip**>.*

Шагомер на микроконтроллере ATtiny2313

Н. САЛИМОВ, г. Ревда Свердловской обл.

Шагомеры, как и велосипедные путевые приборы, разрабатывались радиолюбителями и раньше, до наступления эры микроконтроллеров. Это были простые устройства с минимумом возможностей, собранные на цифровых микросхемах средней степени интеграции, по существу — счетчики импульсов с выводом результата на семиэлементные индикаторы. Применение микроконтроллера позволило значительно расширить функциональные возможности прибора.

Предлагаемый вниманию читателей шагомер не только считает число пройденных шагов, но и измеряет пройденное расстояние и скорость движения на выбранных участках дистанции. Прибор закрепляют на поясном ремне, при движении он ведет счет шагов, сопровождая каждый из них звуковым сигналом. Имеется возможность оперативно изменять хранящееся в энергонезависимой памяти микроконтроллера значение длины шага, используемое для перевода числа шагов в пройденное расстояние. При необходимости информация о пройденном пути и скорости движения также сохраняется в энергонезависимой памяти и может быть вызвана на экран индикатора.

Верхняя заглушка
Груз
Подвижный магнит
Корпус
МУМС
Неподвижный магнит
Нижняя заглушка
20
68
17*
7

Рис. 1

Прибор собран в имеющемся в продаже корпусе BOX-M33C с необходимыми доработками. Результаты измерения выводятся на многоразрядный светодиодный цифровой индикатор, установленный на верхней панели корпуса, а на передней размещены кнопки управления режимами работы. Питается шагомер от гальванической или аккумуляторной батареи напряжением 9 В. Он потребляет 12 мА в режиме счета шагов и 100 мА при включенном индикаторе.

Самый главный элемент прибора — датчик шагов. Рассматривая его различные варианты, автор исключил конструкции, основанные на установке микрокнопок в подошве обуви или применении акселерометра. На **рис. 1** указано устройство датчика на магнитоуправляемой микросхеме (МУМС). Его легко изготовить в домашних условиях.

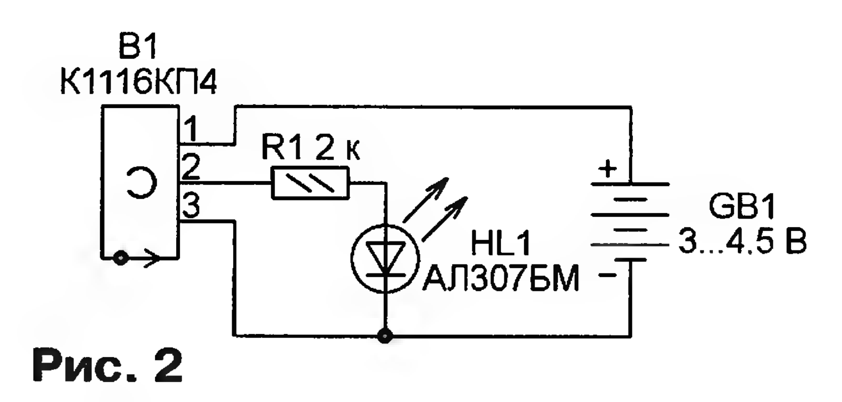


Рис. 2

Корпус — гелевая авторучка, от которой отрезана заготовка необходимой длины. Внутреннее отверстие рассверлено сверлом диаметром 6,5 мм для устранения конусности. Заглушки отрезаны от таких же ручек и укорочены до 2...3 мм. К нижней по рисунку заглушке приклеен цилиндрический магнит типоразмера D 6×5 N35H. Груз представляет собой стальной цилиндр диаметром 6 мм. К его торцу снизу приклеен второй — подвижный — магнит, аналогичный неподвижному. При сборке необходимо следить, чтобы магниты в корпусе оказались расположенными одноименными полюсами навстречу и отталкивались. После сборки датчика закрепляют верхнюю заглушку полосками скотча.

Для проверки датчика и подборки оптимального положения МУМС К1116КП4 ее включают по схеме, изображенной на **рис. 2**. Датчик с магнитами закрепляют на столе вертикально. При этом цилиндр должен повиснуть в корпусе над нижним магнитом. Перемещая МУМС на корпусе датчика вверх и вниз, ищут точку, при проходе которой включается и выключается светодиод HL1. Если такую точку найти не удается, необходимо перевернуть МУМС или оба магнита. В найденном месте в корпусе необходимо сделать паз и закрепить в нем МУМС клеем. Если она установлена правильно, светодиод выключен, но включается при смещении подвижного магнита на 1...2 мм вниз от положения равновесия.

Датчик окончательно проверяют во время ходьбы, закрепив его корпус на поясе вертикально и наблюдая за светодиодом. Каждому шагу должна соответствовать одна вспышка. Если это не так, придется подбирать массу груза.

Схема шагомера показана на **рис. 3**. Он собран на отечественных и импортных электронных компонентах. "Мозг" прибора — микроконтроллер ATtiny2313-10PI (DD2) с загруженной в него программой. Его тактовую частоту 4,096 МГц задает кварцевый резонатор ZQ1. Цепь VD1C5R7R8 в момент включения питания тумблером SA1 формирует импульс, устанавливающий микроконтроллер в исходное состояние.

Порт B микроконтроллера использован для управления многоразрядным светодиодным индикатором HG1, работающим в динамическом режиме. Аноды элементов индикатора коммутирует преобразователь кода DD1, а общие катоды элементов его разрядов — дешифратор DD3 или его аналог SN74LS145N. Десятичными точками индикатора управляет электронный выключатель на транзисторе VT1.

Порт D микроконтроллера обслуживает кнопки SB1—SB5, датчик шагов на МУМС (B1), коммутатор питания микросхем DD1 и DD3 на транзисторе VT2 и излучатель звука HA1 с усилителем на транзисторе VT3.

Поскольку при счете шагов питание микросхем DD1 и DD3 выключено закрытым транзистором VT2, подключенный к ним индикатор HG1 в этом режиме не работает, чем достигается значительная экономия энергии батареи GB1.

Напряжение питания узлов шагомера стабилизировано интегральным стабилизатором DA1.

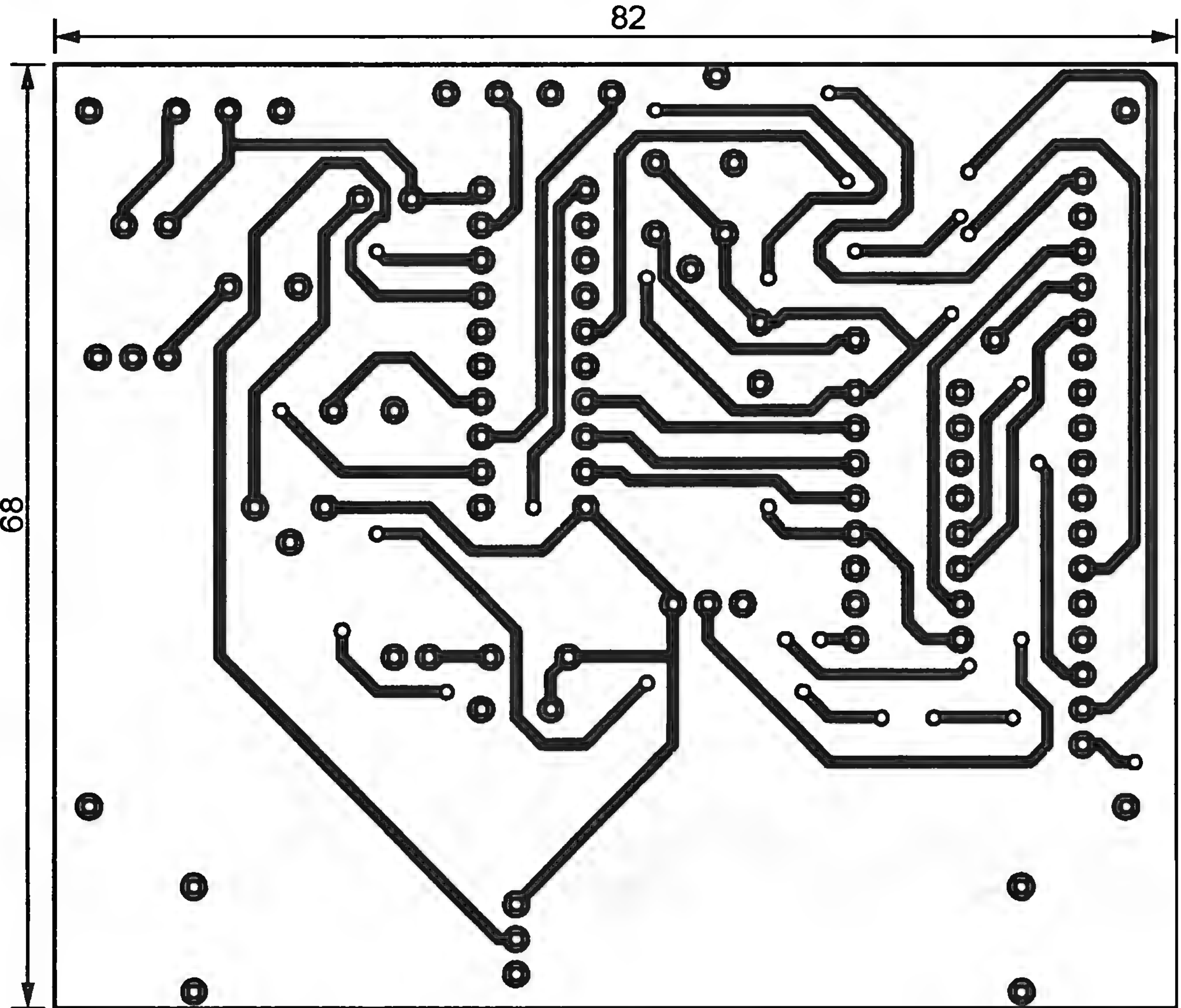
Шагомер собран на двух печатных платах. Чертеж печатных проводников основной платы изображен на **рис. 4**, а расположение деталей на ней — на **рис. 5**. Она рассчитана на установку резисторов (за исключением R6 — МЛТ-0,25) и конденсаторов C7, C8 типоразмера 1206 для поверхностного монтажа. Конденсатор C2 — керамический КМ-6. Оксидные конденсаторы C3, C4, C6 — танталовые, остальные оксидные — любого типа.

Диод КД522А можно заменить любым маломощным, а транзисторы КТ502Е и КТ816А — любыми из своих серий. Кварцевый резонатор ZQ1 — в корпусе HC-49U или HC-49S. Он может быть и на частоту 4 МГц, что очень незначительно повлияет на точность измерения скорости движения. Возможна замена электромагнитного излучателя HC09OSA (HA1) на HC0903A с последовательно включенным резистором сопротивлением 20 Ом.

Датчик шагомера укрепляют на плате двумя отрезками изолированного провода, пропущенными в крепежные отверстия. Под корпус датчика необходимо приклеить подкладки высотой, равной высоте МУМС B1. Светодиодный индикатор подключен к контактным площадкам платы отрезками провода и установлен под прямым углом к ее поверхности. Для наблюдения показаний индикатора в верхней панели корпуса шагомера пропилен вырез размерами 50×13 мм, закрытый красным светофильтром.

На второй плате размерами 50×25 мм находятся кнопки SB1—SB5 (TS-A1PS-130 с высотой толкателя 4,3 мм). Ввиду простоты чертеж этой платы опущен.

Рис. 3



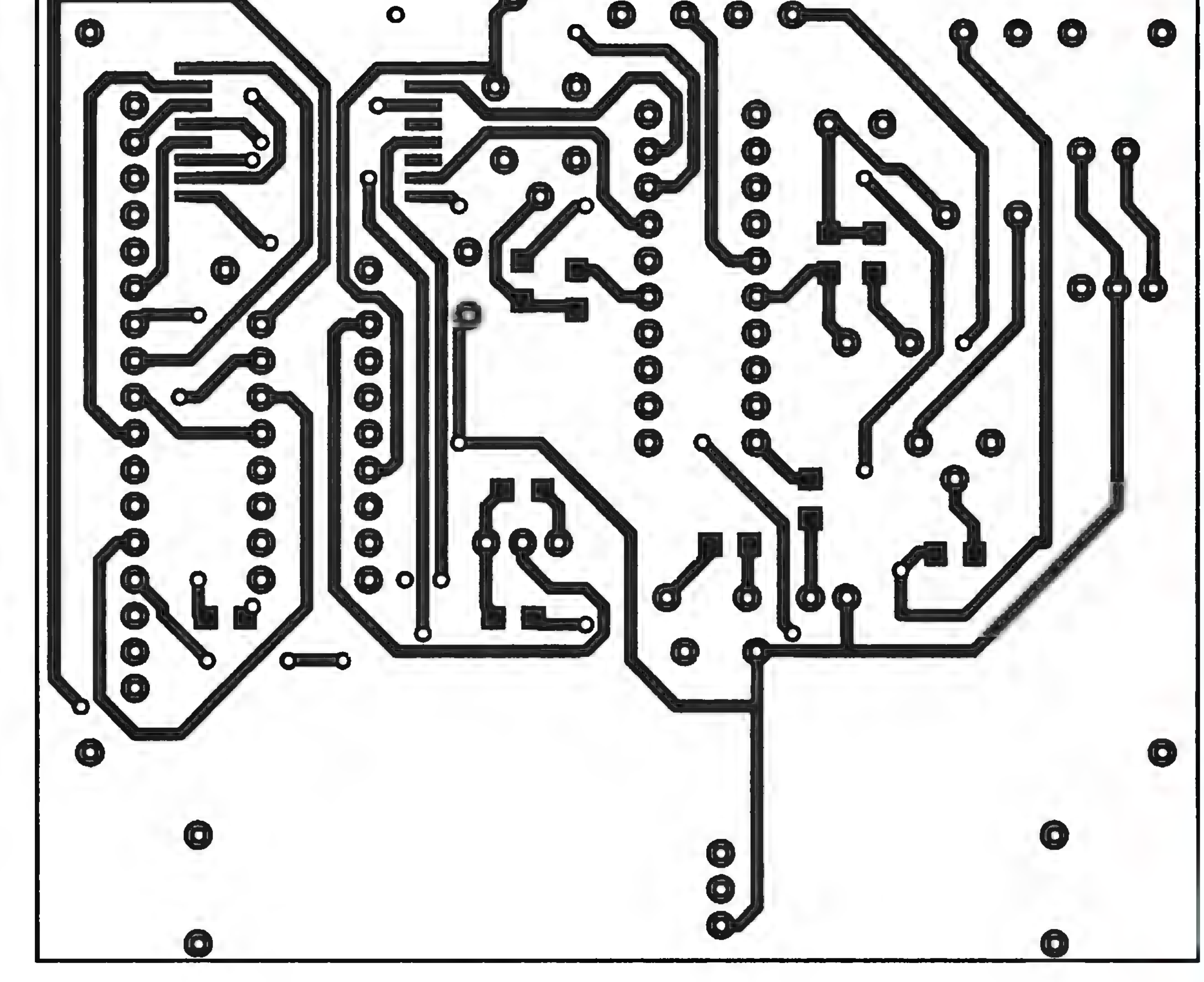


Рис. 4

Программа микроконтроллера обеспечивает считывание сигналов с датчика шагов и кнопок управления, вывод информации на индикатор в динамическом режиме. Она формирует звуковые сигналы и управляет питанием микросхем, связанных с индикатором, а также вычисляет пройденное расстояние и скорость движения. Нужное для вычислений значение длины шага хранится в EEPROM микроконтроллера, его задает пользователь.

Первое нажатие на кнопку SB1 выводит на индикатор пройденное расстояние и скорость движения, второе (сопровождается двумя звуковыми сигналами) — значения тех же величин в шагах.

Третье нажатие на кнопку SB1 (сопровождается тремя звуковыми сигналами) выводит на индикатор ранее

Короткий звуковой сигнал после включения питания шагомера выключателем SA1 означает, что микроконтроллер, не включая индикатор, опрашивает кнопки и датчик. Нажимаем на кнопку SB1. Снова звучит сигнал, и на включившемся индикаторе появляются цифры 00,000_0,00. После второго нажатия на ту же кнопку значение на индикаторе изменяется на 00000 000 —

записанные в энергонезависимую память значения расстояния и скорости. Чтобы вернуться в режим счета шагов, нужно нажать на кнопку SB2. Для записи в память отображаемой на индикаторе информации нажимают на кнопку SB5.

Кнопкой SB3 включают режим измерения скорости движения. По завершении интервала измерения шагомер подаст звуковой сигнал.

Нажав на SB4, входят в режим установки длины шага. В этом режиме нажатиями на кнопку SB1 увеличивают выведенное на индикатор значение, а на SB3 — уменьшают его. Чтобы записать установленное значение длины шага в EEPROM, нажимают на кнопку SB2. Кнопка SB4 — возвращение в режим счета шагов.

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

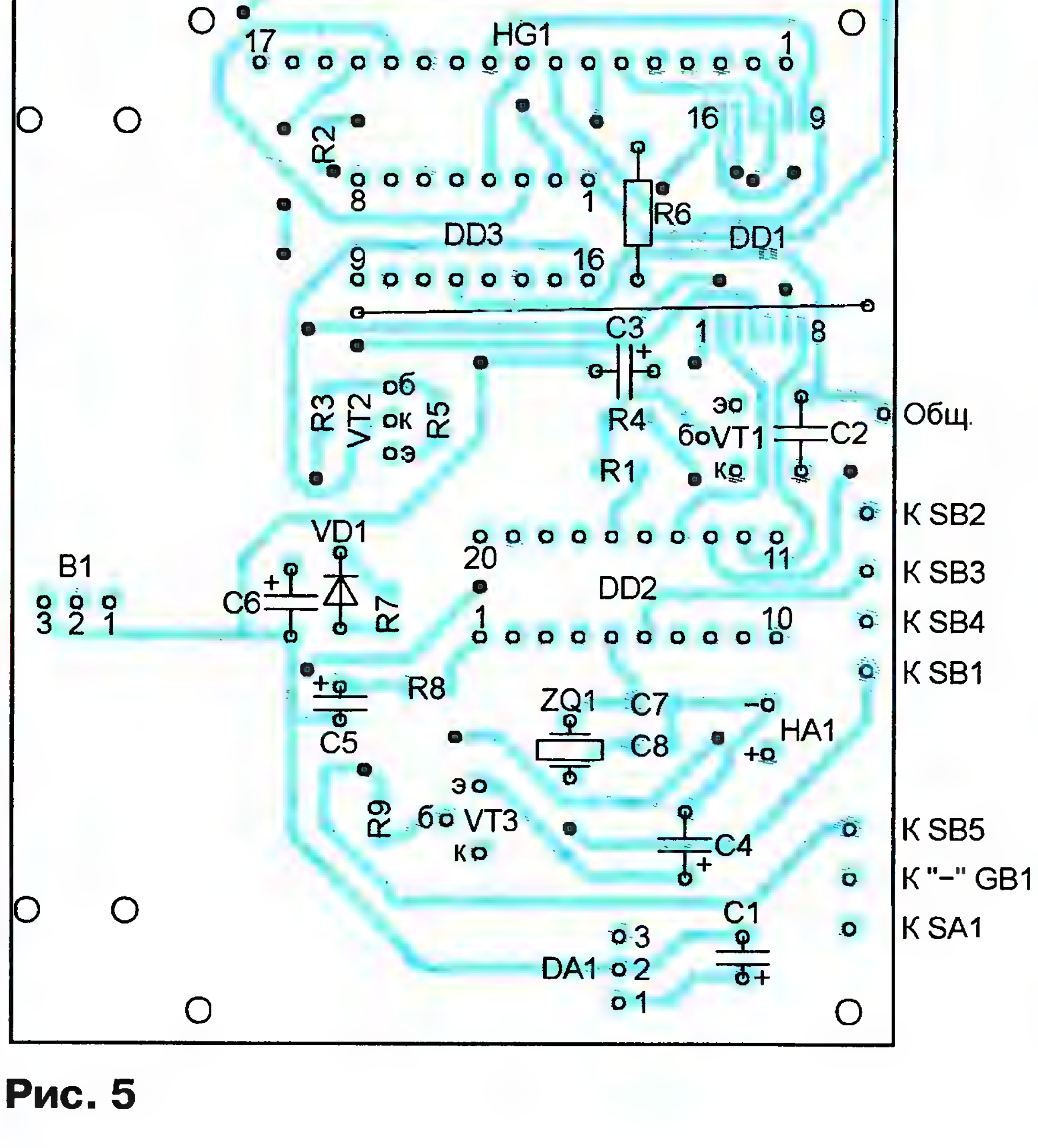


Рис. 5

выключены десятичные запятые. Если нажать на кнопку SB2, прозвучит одиночный сигнал, индикатор погаснет, а микроконтроллер возвратится к опросу кнопок и датчика.

Чтобы задать длину шага, нажимаем на кнопку SB4. На индикаторе появляются цифры 00000_255. Кнопками SB1 и SB3 устанавливаем длину шага (например, 00000_055 — 55 см) и, нажав на кнопку SB2, записываем это значение в EEPROM. Еще раз нажав на кнопку SB4, возвращаем микроконтроллер в режим опроса кнопок и датчика. Все нажатия на кнопки сопровождаются звуковыми сигналами.

Проверяем правильность отсчета времени измерителем скорости движения. Звуковой сигнал при нажатии на кнопку SB3 означает начало интервала измерения, повторный сигнал — он должен прозвучать ровно через 5 мин после первого — его окончание.

Далее необходимо проверить правильность счета импульсов датчика шагов и выполняемых микроконтроллером расчетов. Имитируем ходьбу, толкая 10 раз подвижный магнит датчика. Каждый толчок должен подтверждаться звуковым сигналом, более коротким, чем подаваемые при нажатиях на кнопки.

Включив индикатор, увидим на нем, в зависимости от режима отображения, цифры 00,006_0,00 — пройдено 6 м (значение 5,5 м округлено до ближайшего целого) либо 00010_000 — сделано 10 шагов. Нули в трех правых разрядах означают, что скорость не измерялась.

Переходим в режим измерения скорости, и в течение измерительного интервала толкаем магнит датчика 110 раз. Результат измерения: 00,060_0,72 — пройдено округленно 60 м со скоростью 0,72 км/ч либо 000110_132 — сделано 110 шагов со скоростью 1320 шагов в час.

При нажатии на кнопку SB5 двойной звуковой сигнал сообщит, что информация о пройденном пути и скорости движения записана в энергонезависимую память микроконтроллера. Если выключить прибор, вновь включить и перевести в режим просмотра информации, на индикатор снова будут выведены ранее записанные значения. На этом проверка работы прибора закончена.

Возможной причиной неправильных показаний шагомера бывает "дребезг" на перепадах импульсов датчика, в результате чего микроконтроллер считает каждый импульс за несколько. Устранением его влияния в программе занимается процедура, использующая подпрограмму выдержки времени Wait250, вызываемую на перепаде сигнала датчика несколько раз. Число вызовов подпрограммы задержки записано в регистре time. Чем оно больше, тем надежнее защита, но меньше допустимая для счета без пропусков частота шагов. В авторском варианте программы это число равно семи, что дает общую длительность защитного интервала около 0,45 с.

При движении датчик шагов должен находиться в положении, максимально близком к вертикальному, — от этого зависит четкая работа шагомера.

От редакции**. Программа микроконтроллера шагомера находится на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/04/step.zip>.

Аварийный светодиодный светильник с ионистором

А. БУТОВ, с. Курба Ярославской обл.

Если в темное время суток внезапно отключится электроснабжение и наступит полная темнота, автоматически включится предлагаемый светильник. Он будет светить несколько минут, давая возможность зажечь осветительные приборы, не зависящие от сети, а иногда даже ликвидировать причину аварии и вновь включить сработавший "автомат".

В светильнике, схема которого представлена на **рис. 1**, накопителем электрической энергии служит конденсатор большой емкости — ионистор. Его применение позволяет сделать устройство, совершенно не нуждающееся в обслуживании, в отличие от тех, в которых запас энергии хранится в аккумуляторах или гальванических элементах, требующих периодической замены.

При подаче на светильник напряжения от сети переменного тока 220 В быстро заряжается конденсатор С3. Рост напряжения на нем ограничен напряжением стабилизации стабилитрона VD5. Когда отрицательное напряжение между затвором и истоком полевого транзистора VT1 становится ниже его напряжения отсечки, транзистор закрывается. Однако зарядка ионистора С4 через диоды VD1 и VD6 не прекращается. Через некоторое время напряжение на выводах ионистора превысит необходимое для начала свечения светодиода HL1. Но благодаря наличию резистора R3 оно будет слабым и лишь сигнализирует об исправной работе светильника и его готовности к выполнению своей основной функции.

Напряжение на ионисторе, при котором его дальнейшая зарядка прекратится, равно напряжению стабилизации стабилитрона VD3 плюс прямое падение напряжения на диоде VD4 и минус такое же падение напряжения на диоде VD6, который предотвращает разрядку ионистора через стабилитрон VD3 и диод VD4 при отключении сетевого напряжения. Конденсатор С2 устраняет броски тока через упомянутые стабилитрон и диод при помехах в сети или искрении в розетке, к которой подключен светильник.

Если произойдет отключение электроэнергии, конденсатор С3 быстро разрядится через резистор R2, что приведет к открыванию транзистора VT1. Теперь ток светодиода ограничен только сопротивлением открытого канала транзистора и внутренним сопротивлением ионистора, поэтому яркость его свечения резко возрастает. Яркость остается максимальной приблизительно 3 мин, затем она постепенно снижается еще в течение 2,5 мин. Этого вполне достаточно, чтобы найти и зажечь свечи или другие средства аварийного освещения. Далее напряжение на ионисторе станет уже меньше 3,3 В, чего недостаточно для свечения белого светодиода.

Конденсатор С1 гасит избыток сетевого напряжения. Плавкая вставка FU1 необходима на случай пробоя этого конденсатора. Резистор R1 уменьшает броски тока при включении светильника в сеть и перепадах напряжения в ней.

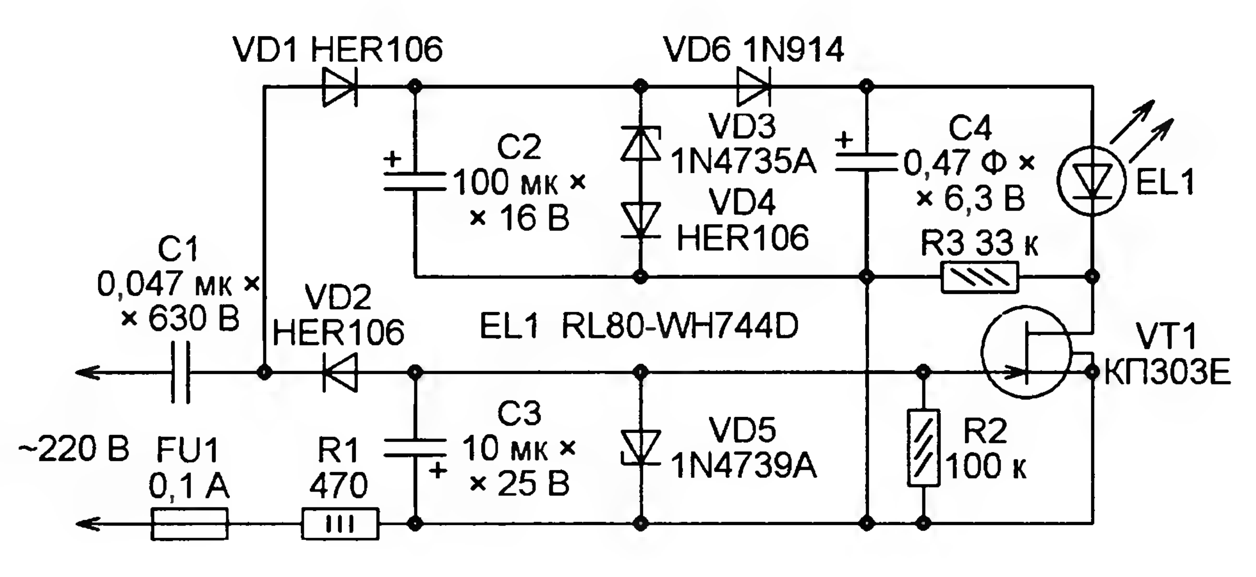


Рис. 1

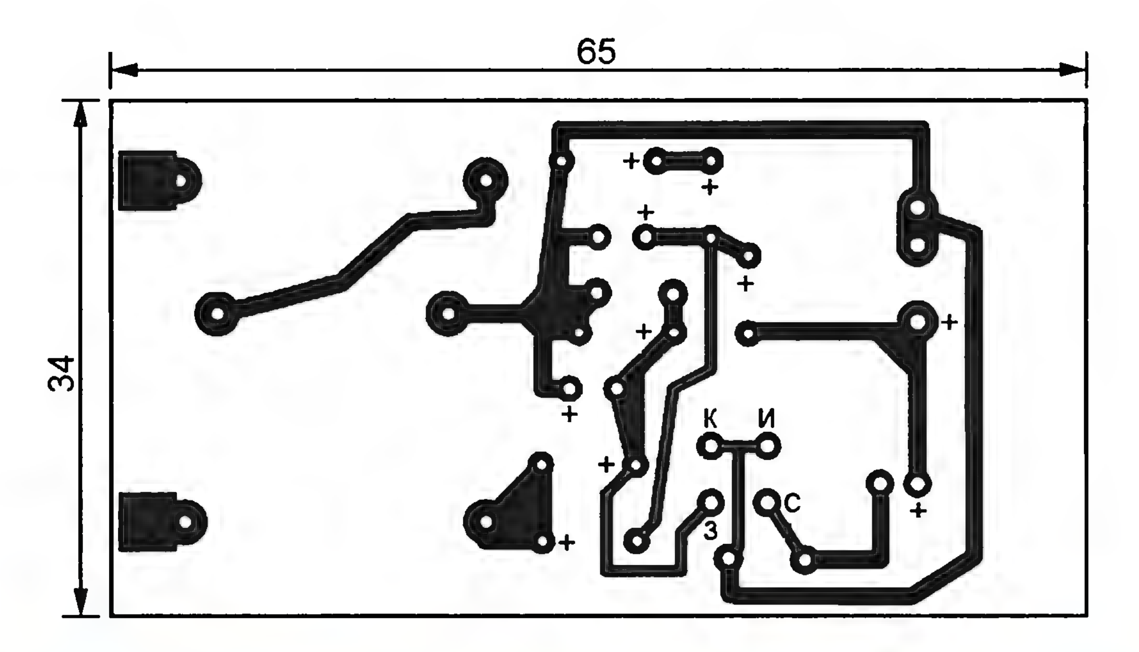


Рис. 2



Рис. 3

Все элементы светильника были смонтированы на печатной плате размерами 65×34 мм, изображенной на **рис. 2**. Расположение элементов на плате видно на фотоснимке **рис. 3**.

Ионистор С4 — DK-6R3D474T. Его технические данные можно найти в каталоге фирмы ELNA **http://www.elna.co.jp/en/capacitor/pdf/catalog_09_10_e.pdf**. Это — прибор самой большой емкости и на самое высокое напряжение, который удалось приобрести. Для увеличения времени свечения светодиода можно соединить несколько однотипных ионисторов параллельно. Нельзя соединять ионисторы на меньшее напряжение последовательно с целью его увеличения. Недопустимо также даже кратковременно прикладывать к ионистору напряжение, большее указанного на нем номинального.

Конденсатор С1 — пленочный К73-17, К73-24 или К73-39. Эти конденсаторы продолжительное время выдерживают переменное напряжение частотой 50 Гц, если его амплитуда не превышает 50 % допустимого для них постоянного напряжения. Таким образом, для работы при сетевом напряжении 220 В (амплитуда 311 В) пригодны лишь конденсаторы на постоянное напряжение 630 В. Остальные конденсаторы светильника — импортные аналоги К50-35.

Диоды HER106 можно заменить на 1N4006, 1N4007, КД243Е, КД247Д, КД105Г. Вместо диода 1N914 подойдет 1N4148 или любой из серий КД521, КД522. Стабилитрон 1N4735A можно заменить на BZV55C6V2, 1N821, 1N823, 1N825, а 1N4739A — на BZV55C9V1, BZD23C10. Возможно применение и отечественных стабилитронов, способных работать при малом токе.

Полевой транзистор желательно подобрать с начальным током стока (при затворе, соединенном с истоком, и напряжении сток—исток 10 В) 10...12 мА и с напряжением отсечки не более –5 В. Кроме КП303Е, можно попробовать найти подходящий экземпляр среди транзисторов КП303Г, 2П302А, КП302А, КП302АМ, 2П307Б, КП307Б.

Светодиод указанного на схеме типа — диаметром 8 мм белого цвета свечения с максимальной яркостью 8 Кд — можно заменить любым аналогичным, желательно с прямым напряжением не более 2,8...3 В при токе 20 мА.

Налаживание светильника начинают, не устанавливая в него ионистор и временно подключив резистор номиналом 200...750 кОм и мощностью 0,5 Вт параллельно конденсатору С1 (для его разрядки после отключения от сети). Включив светильник в сеть, измеряют постоянное напряжение между точками, к которым будет подключен ионистор. Оно должно быть 6,0...6,1 В, чего

тел. 608-28-38
Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

добиваются подборкой стабилитрона VD3 и диодов VD4, VD6, причем VD4 при необходимости можно удалить, заменив перемычкой, но диод VD6 удалять нельзя. При отключении светильника от сети светодиод HL1 должен кратковременно вспыхнуть за счет энергии, накопленной в конденсаторе С3. Теперь можно установить ионистор на предназначенное ему место.

Собранную конструкцию можно разместить внутри какого-либо электроприбора, постоянно подключенного к сети, например, электронных часов, или сделать для него отдельный корпус. Если светильник будет включен в сеть постоянно, резистор, параллельный конденсатору С1, можно удалить. Но если светильник снабжен сетевой вилкой и существует опасность прикосновения к ее контактам после извлечения из розетки, для предотвращения электроудара этот резистор лучше оставить.

При настройке и эксплуатации устройства следует помнить, что его элементы находятся под напряжением сети переменного тока. Необходимо соблюдать соответствующие меры предосторожности.

От редакции. *Следует иметь в виду, что значения зарядного и разрядного тока, превышающие 1 мА, для примененного автором ионистора считаются большими. Хотя работа ионистора в таком режиме допускается, его надежность и срок службы заметно снижаются.*

Электронный стетоскоп

Н. ФАЛАЛЕЕВ, г. Луганск, Украина

История создания этого устройства началась с появившейся у автора необходимости многократно измерять артериальное давление. Внешние мешающие шумы, пониженное давление, а также слабый тонус кровеносных сосудов значительно затрудняли прослушивание пульса обычным стетоскопом, особенно если он невысокого качества. Изрядно намучившись с измерениями, автор пришел к выводу, что необходим прибор, который помог бы услышать пульсацию крови даже в условиях постороннего шума.

Попытка решить проблему в лоб — сделать простой усилитель звука для стандартного стетоскопа — сразу потерпела неудачу, поскольку прямое усиление сигнала приводило к самовозбуждению в петле обратной связи, образованной микрофоном, усилителем и телефоном. Подавление же возбуждения электронным способом неизбежно приводило к значительному усложнению всего устройства.

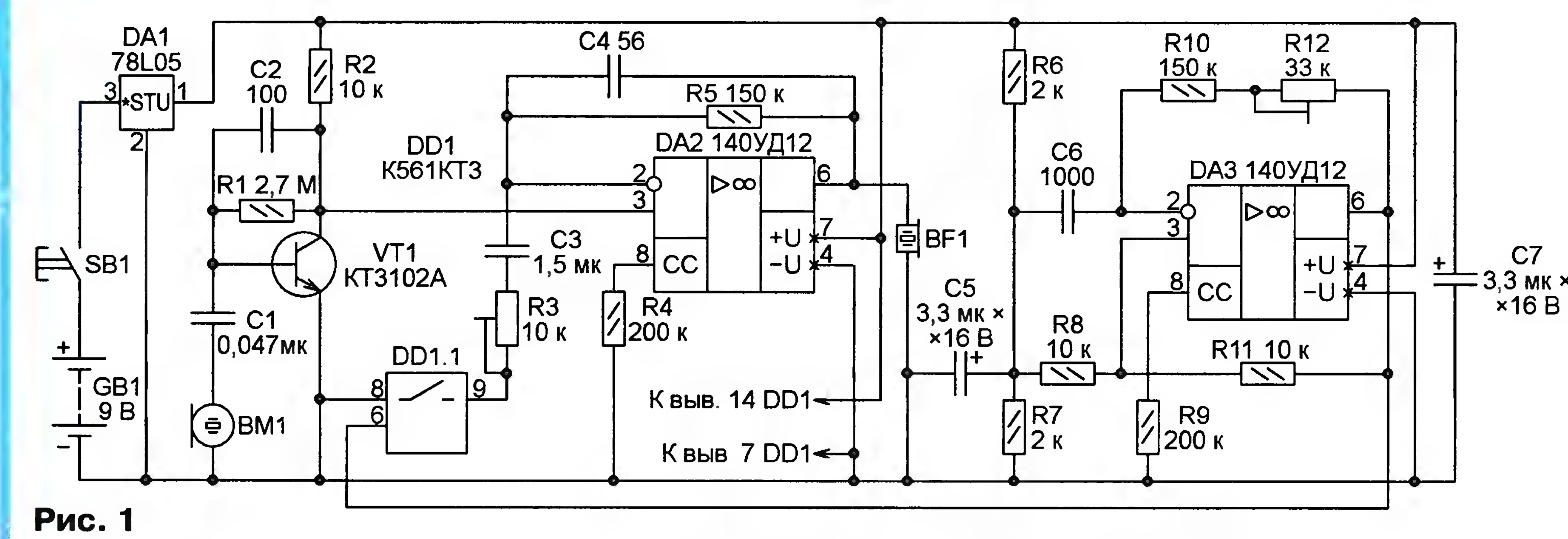


Рис. 1

Для решения задачи был исследован частотный спектр сигнала пульса. В результате обнаружено, что с момента начала прохождения крови по артерии и до достижения нижнего значения артериального давления в сигнале присутствуют колебания частотой около 33 Гц. Поскольку эта частота лежит на границе чувствительности человеческого уха, возникла идея перенести колебания частотой 33 Гц в ту частотную область, где ухо обладает наибольшей чувствительностью. После нескольких опытов было разработано устройство, наиболее полно отвечающее требованиям надежности, простоты и качества, которое и предлагается вниманию читателей.

Схема прибора изображена на **рис. 1**. Предварительный усилитель, собранный на транзисторе VT1, усиливает сигнал акустического датчика (микрофона) BM1 — обычного пьезоизлучателя от электронного будильника. Основное усиление обеспечивает усилитель-модулятор, собранный на ОУ DA2. Он имеет два фиксированных значения коэффициента усиления, переключаемых с помощью электронного ключа DD1.1. При замкнутом ключе усиление равно 1+R5/R3, а при разомкнутом — единице. В результате усиленный сигнал на выходе ОУ промодулирован импульсами частотой около 2,5 кГц, поданными на управляющий вход ключа от генератора, собранного на ОУ DA3.

С выхода ОУ DA2 сигнал поступает на пьезоизлучатель звука BF1, аналогичный излучателю, использованному как микрофон.

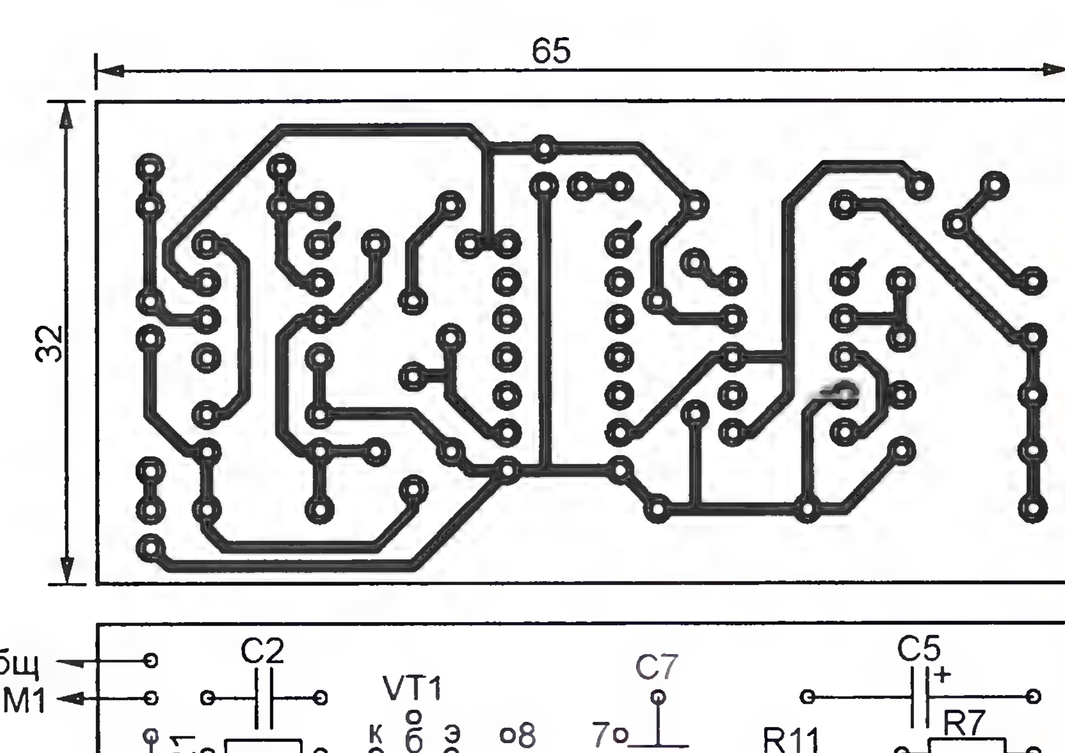
Прибор собран на печатной плате, изображенной на **рис. 2**. Микросхемы 140УД12 можно заменить на К140УД12, КР140УД12 или на К1407УД2 с соответствующей корректировкой печатной платы. Вместо интегрального стабилизатора 78L05 подойдет и любой другой с напряжением стабилизации 5 В, в том числе и более мощный КР142ЕН5А. В последнем случае габариты прибора придется увеличить. Практика показала, что стетоскоп нормально работает при изменении напряжения питания микросхем в довольно широких пределах. Поэтому можно обойтись и без стабилизатора, соединив на печатной плате перемычкой контактные площадки его входа (вывод 3) и выхода (вывод 1).

Замена транзистора КТ3102А — любой той же серии или серии КТ342. Автор использовал оксидные конденсаторы К53-14, но могут быть применены подобные конденсаторы и другого типа. Остальные конденсаторы — керамические, серии КМ. Питается прибор от гальванической батареи GB1, например "Крона".

Внешний вид прибора со снятой крышкой корпуса показан на **рис. 3**. Подбирая для него корпус, нужно помнить, что пьезоизлучатель BF1 должен быть расположен так, чтобы его излучающая поверхность не была закрыта корпусом и звук проходил свободно. В данном случае он находится под платой над имеющимися в корпусе отверстиями.

Микрофон BM1 соединяют с прибором тонким экранированным, обязательно и гибким проводом длиной около 0,5...0,6 м. Очень хорошо подходит для этой цели импортный экранированный кабель, используемый в аудиотехнике. Кнопку SB1 следует закрепить на корпусе прибора в месте, удобном для пользования. Этой кнопкой подают питание на прибор во время измерения. В авторском варианте применена кнопка от компьютерной мыши, имеющая малые размеры и требующая небольшого усилия для нажатия.

Подав на готовый стетоскоп напряжение питания, подборкой резистора R1 установите между коллектором и эмиттером транзистора VT1 приблизительно половину этого напряжения. Затем подстроечным резистором R12



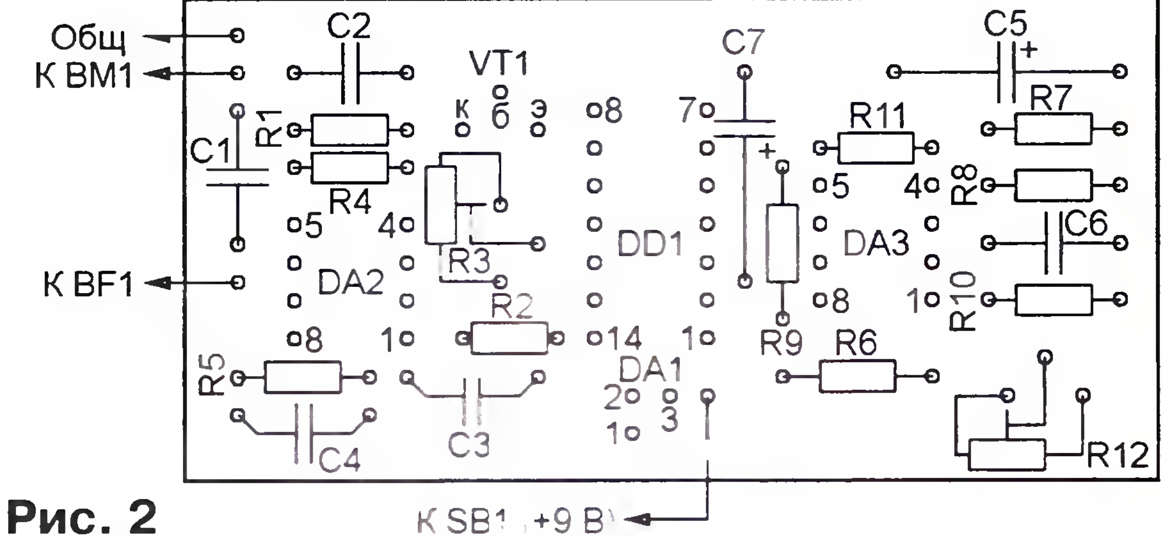


Рис. 2

настройте генератор на ОУ DA3 на частоту резонанса пьезоизлучателя BF1. Определив момент резонанса на слух, нужно уменьшить (либо увеличить) частоту генератора на 100...200 Гц. Это необходимо, чтобы исключить "смазывание" полезного сигнала.

Далее наденьте манжету для измерения кровяного давления на руку помощника. Нижний край манжеты должен находиться на локтевом сгибе. Под нее заложите микрофон ВМ1 таким образом, чтобы центр его чувствительной поверхности пришелся на вену, в которую обычно делают внутривенные уколы. При этом нужно учитывать, что наиболее чувствительна одна из сторон пьезомикрофона. Ее необходимо определить опытным путем.

Движок подстроечного резистора R3 сначала установите в положение, при котором обеспечивается максимальное усиление без самовозбуждения усилителя. Накачав воздух в манжету, включите питание прибора и, постепенно снижая давление, контролируйте на слух моменты появления и пропадания сигнала. Затем, изменяя сопротивление подстроечного резистора, проведите несколько пробных измерений, добиваясь наиболее четкого восприятия моментов появления и спада сигнала.

Следует помнить, что настройка генератора на частоту, слишком близкую к резонансу пьезоизлучателя BF1, либо чрезмерное усиление приводят к значительному "смазыванию" звука или к самовозбуждению устройства.

Проведя несколько измерений давления с помощью электронного стетоскопа и сравнивая результаты с полученными обычным методом, можно научиться довольно точно определять артериальное давление даже в условиях небольшого шума.

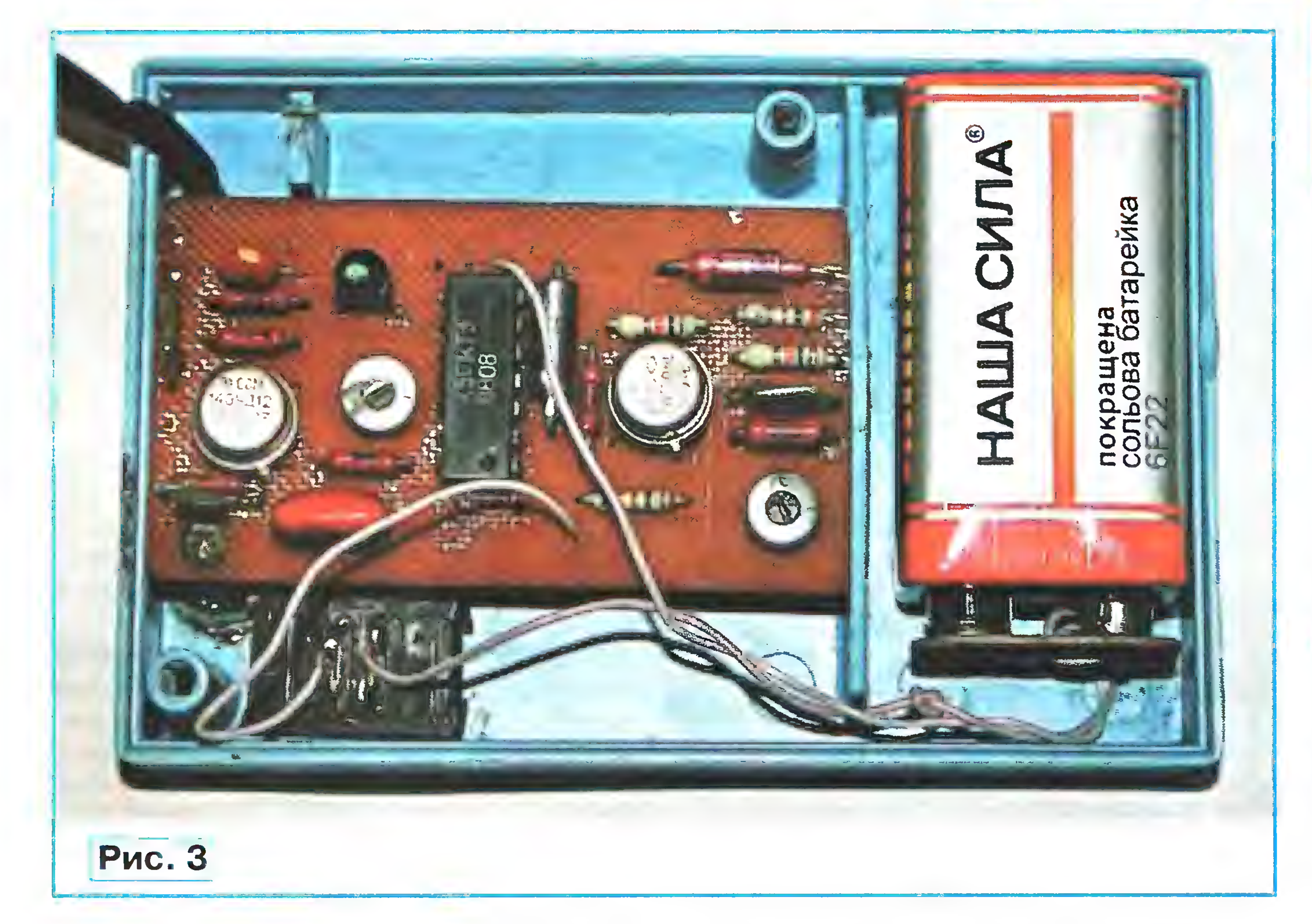


Рис. 3

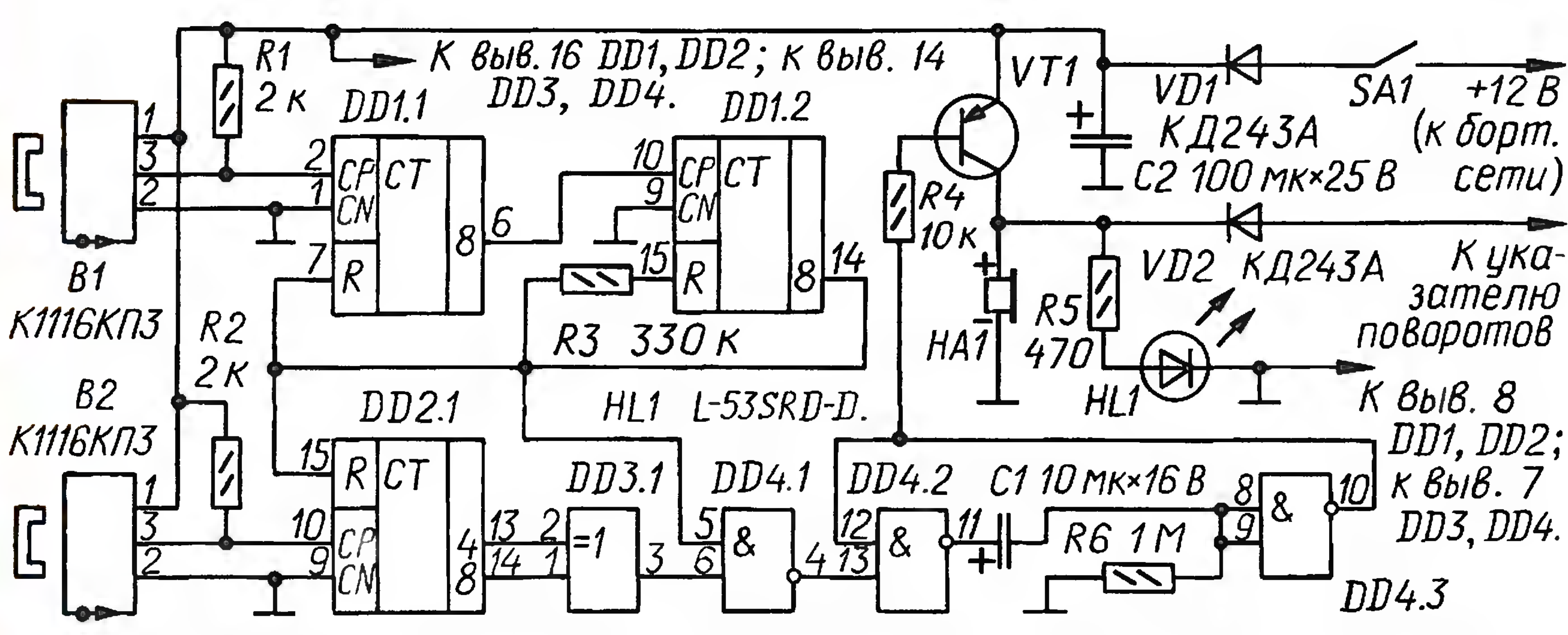
РАДИО® ПРИКЛАДНАЯ ЭЛЕКТРОНИКА тел. 608-28-38 Прием статей: mail@radio.ru Вопросы: consult@radio.ru

Прибор контроля давления в шинах

А. КОЖЕВНИКОВ, г. Рудный, Казахстан

Предлагаемый прибор предназначен для оповещения водителя о понижении до опасного уровня давления в шинах автомобиля. Если во время движения в одном из колес давление упадет на 40...60 %, включится световой индикатор и прозвучит сигнал, указывающий на необходимость проверки давления в шинах автомобиля.

Принцип действия прибора основан на сравнении значений частоты вращения колес. Спущенное колесо имеет меньший радиус качения и поэтому вращается немного быстрее. Подобные устройства контроля давления в шинах, называемые TPMS (Tyre Pressure Monitoring System), входящие в комплекс ABS и относящиеся к узлам "непрямого" действия, применяют с 1996 г. на некоторых моделях автомобилей фирмы Toyota.



DD1, DD2 564ИЕ10; DD3 564ЛП2; DD4 564ЛА7; VT1 КТ3129Б9; HA1 HCM1212X.

Рис. 1

Алгоритм работы промышленной системы TPMS довольно сложен, поскольку автомобиль движется не всегда по прямой. На поворотах внешние колеса всегда проходят больший путь, чем внутренние, а передние — больший, чем задние. Поэтому система контроля суммирует значения частоты вращения каждых двух расположенных по диагонали колес, вычисляет разницу между этими суммами и делит ее на среднюю частоту вращения всех четырех колес. Если полученный результат отличается от образцового, система регистрирует снижение давления в одном из четырех колес, причем снижение должно быть существенным — 25...30 %.

Принцип действия разработанного мной прибора проще и несколько отличается от описанного. Здесь происходит сравнение контрольных значений чисел оборотов колес одной оси на прямом участке пути. Если разница этих значений невелика, результат игнорируется и начинается новый отсчет. Для минимизации ложных срабатываний при движении на поворотах чувствительность прибора выбрана минимальной. Тревожный сигнал зазвучит, когда давление в одном из колес снизится на 40...60 %. Такое падение давления уже заметно визуально, но еще нет опасности немедленного повреждения покрышки колеса.

Прибор, конечно же, не лишен недостатков. Он не может, например, мгновенно зафиксировать резкое падение давления, одновременное падение давления в двух колесах одной оси, его реакция зависит от пробуксовки колес и загрузки автомобиля, срабатывание происходит лишь при значительном падении давления. Но, как показывает практика, установка этого устройства на свой автомобиль станет весьма интересным и полезным дополнением к имеющимся приборам контроля.

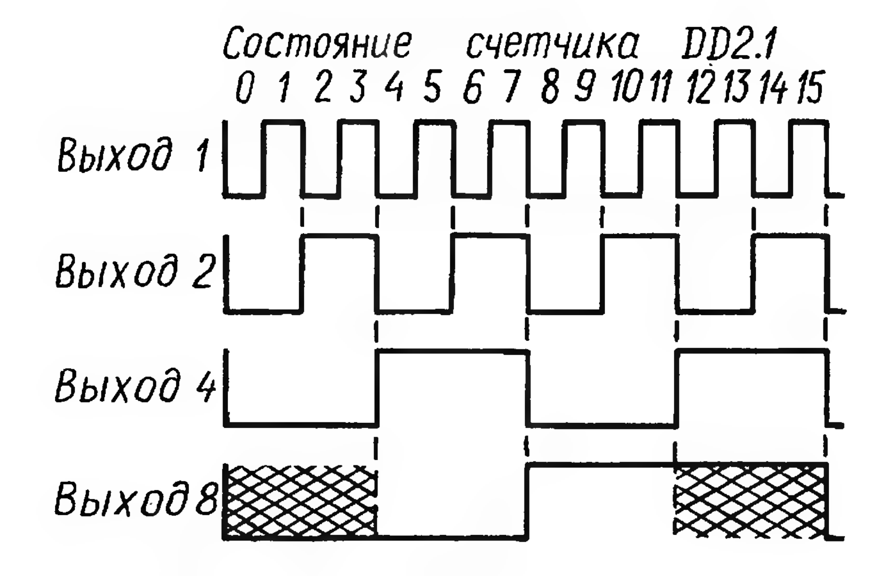


Рис. 2

Схема простого прибора контроля давления для двух задних или двух передних колес представлена на **рис. 1**. Импульсные сигналы с датчиков Холла B1, B2, установленных по одному на каждое колесо, поступают на входы двух двоичных счетчиков DD1.1, DD1.2 и DD2.1. Один импульс каждого датчика соответствует одному обороту колеса. Первый счетчик считает до 128 — до появления высокого уровня на выходе старшего разряда — и формирует короткий обнуляющий импульс, по фронту которого происходит сравнение состояния второго счетчика относительно DD1.1.

Предполагается, что разница между числами импульсов датчиков на момент сравнения не превышает двенадцати, поэтому достаточно сравнить четыре младших разряда первого счетчика, а второй счетчик выполнить четырехразрядным. В зависимости от того, в каком колесе снизилось давление, второй счетчик будет либо отставать от первого, либо опережать его. Поскольку обнуляющий импульс появляется в момент перехода счетчика DD1.1 в нулевое состояние, фактически происходит определение, насколько состояние счетчика DD2.1 отличается от нулевого в ту или иную сторону.

Рассмотрим кратко работу узла сравнения в четырех возможных ситуациях.

1. Давление в обоих колесах практически одинаково. Значения частоты следования импульсов обоих датчиков равны или близки. К моменту поступления обнуляющего импульса счетчик DD2.1 достигнет одного из состояний от нуля до трех, если он опережает первый счетчик, или от двенадцати до пятнадцати, если отстает. На выходах 4 и 8 счетчика DD2.1 будет одинаковый уровень — либо 0, либо 1 (заштриховано на **рис. 2**). На выходе элемента DD3.1 — низкий уровень, который запретит прохождение через элемент DD4.1 импульса, запускающего одновибратор DD4.2, DD4.3.

2. Давление упало ниже допустимого уровня в колесе с датчиком B1. Частота следования импульсов с этого датчика больше, чем с датчика B2, настолько, что счетчик DD2.1 отстанет более чем на четыре шага, но не более, чем на 12. В этом случае к приходу обнуляющего импульса состояние счетчика DD2.1 будет в пределах от 4 до 11, а на выходах 4 и 8 окажется неодинаковый уровень. В результате произойдет запуск одновибратора DD4.2, DD4.3 и в течение 3...5 с (это зависит от номиналов элементов цепи R6C1) будет звучать сигнал пьезоизлучателя HA1 и светить светодиод HL1.

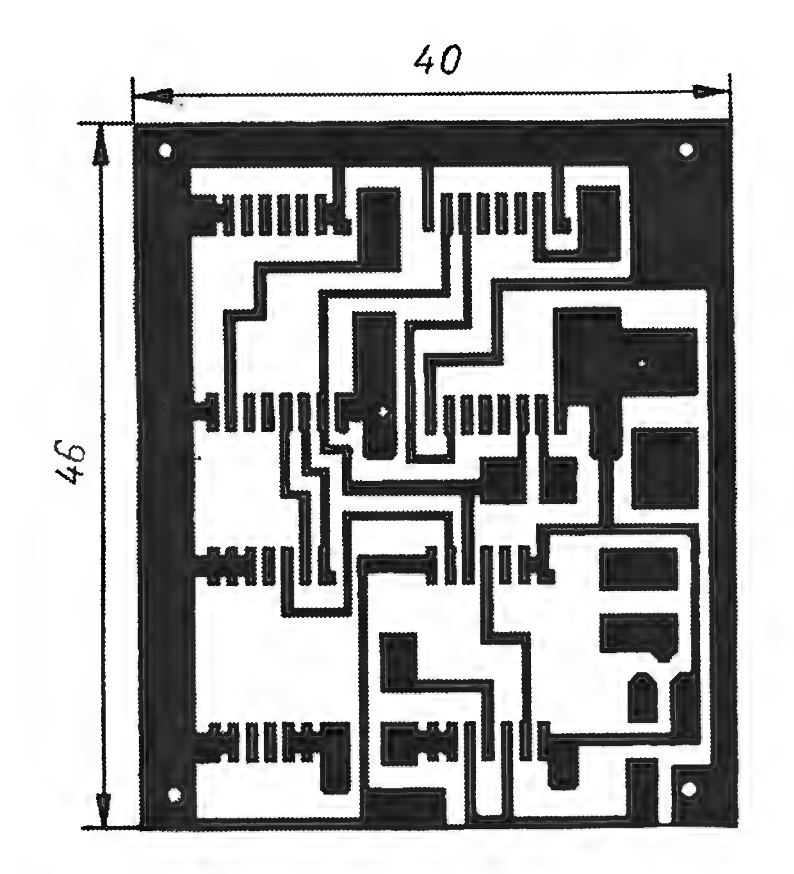
3. Случай, когда упало давление в колесе с датчиком B2, совпадает с предыдущим с той лишь разницей, что отстанет первый счетчик. Сигнал тревоги прозвучит, когда опережение будет в пределах 4—11 единиц счета.

4. Если указанная разность превысит двенадцать единиц, что возможно при резком и значительном падении давления в одном из колес, прибор не подаст сигнала тревоги, о чем сказано в начале статьи.

Иначе говоря, по схеме прибор представляет собой узел сравнения, который включает источник звукового сигнала HA1 и светодиодный индикатор HL1 при появлении разности между числами оборотов колес от 4 до 11. Нетрудно подсчитать, на сколько должен уменьшиться радиус R1 спущенного колеса, чтобы оно проделало на 5 оборотов больше другого, радиусом R:

$$R1=\frac{2\pi R\cdot 128}{2\pi(128+5)}=\frac{R\cdot 128}{133}.$$

Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru
тел. 607-88-18



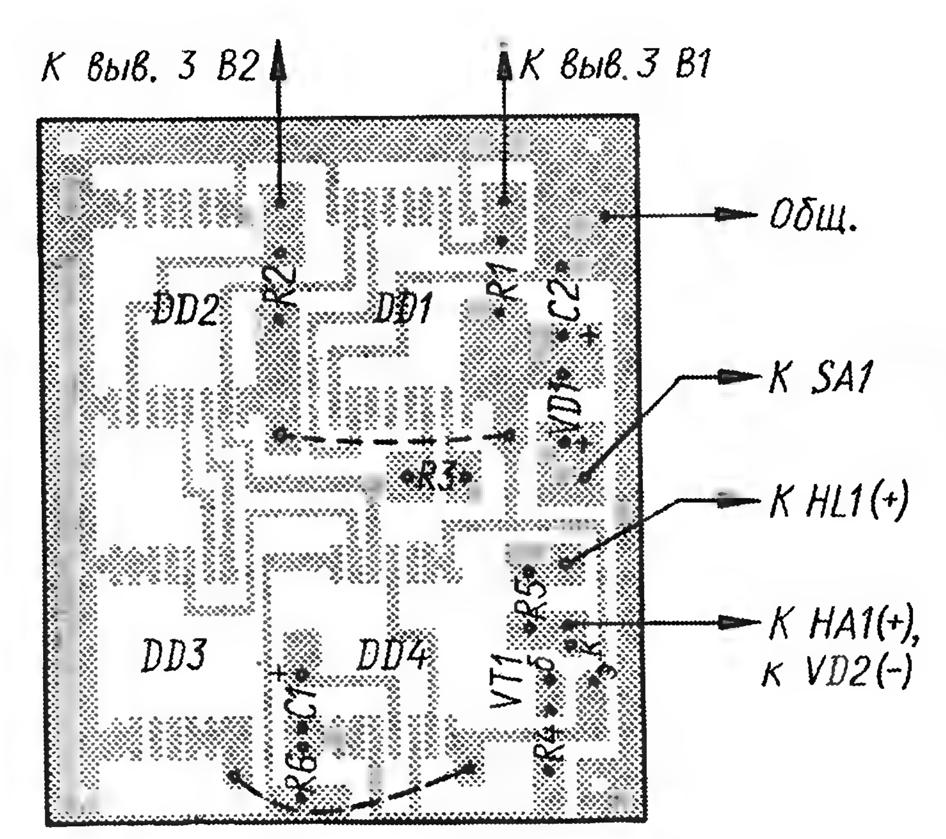


Рис. 3

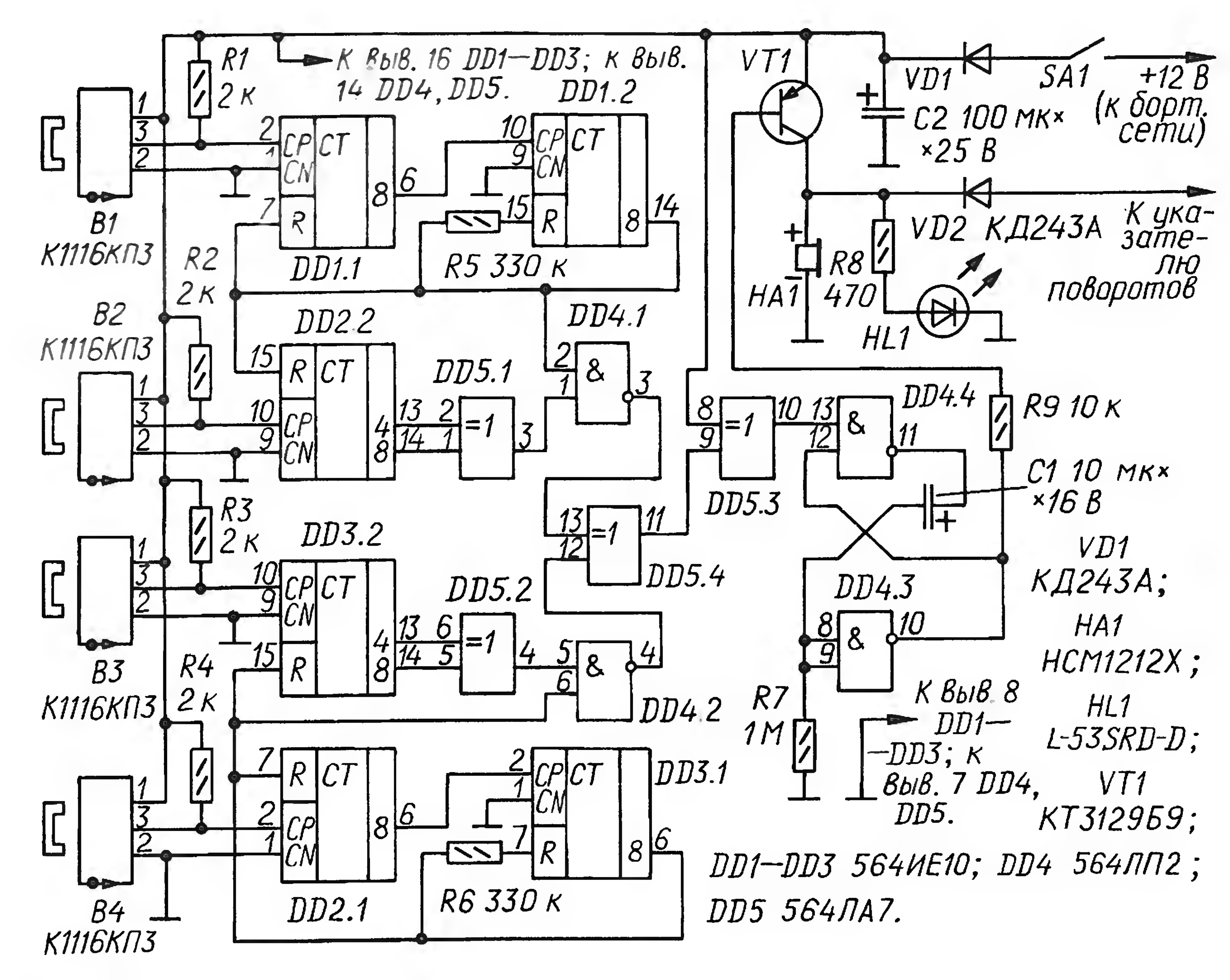
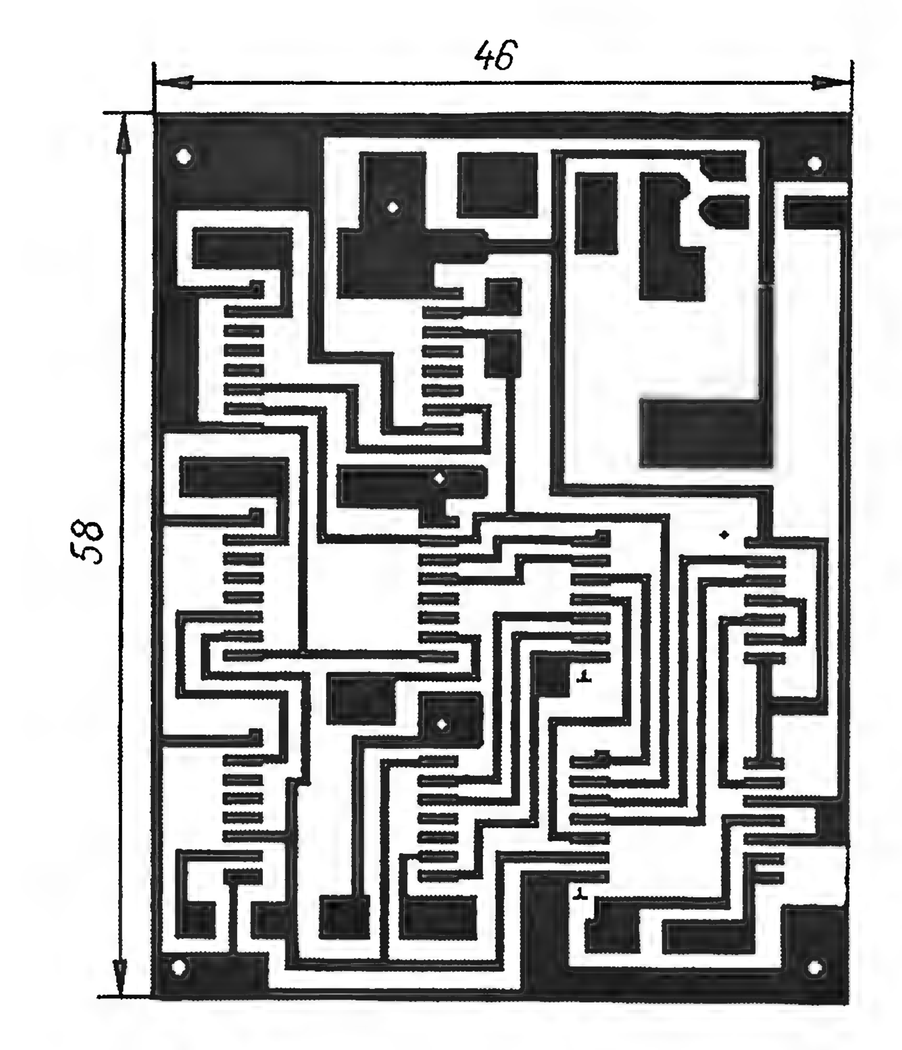


Рис. 4



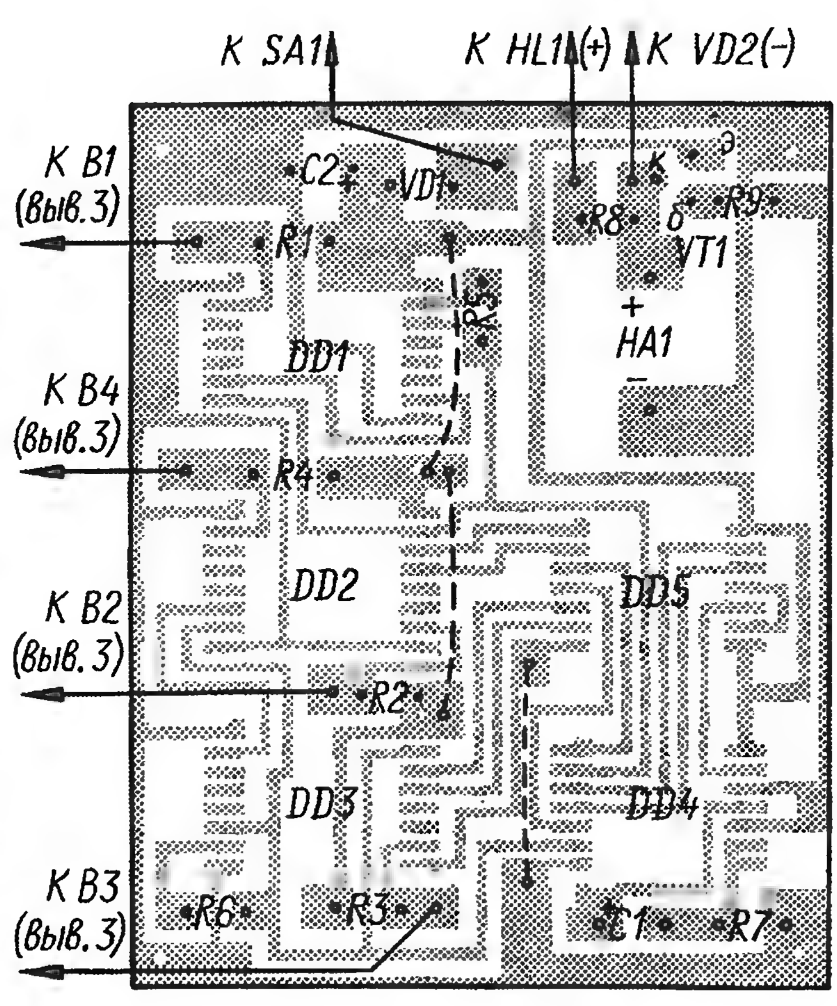


Рис. 5

Например, для R = 25 см, получаем R1 = 24 см. То есть прибор подаст сигнал тревоги при уменьшении радиуса на 1 см и более.

Из формулы следует, что чувствительность прибора зависит от коэффициента счета, равного 128, который определяет число оборотов колес до очередного момента сравнения. С увеличением этого коэффициента чувствительность повысится, но увеличится и вероятность ложного сигнала тревоги при движении автомобиля по кривой, поскольку соответственно увеличится длина пути между моментами сравнения.

Прибор может быть собран на плате из фольгированного стеклотекстолита толщиной 1 мм. Чертеж платы показан на **рис. 3**. Все детали и перемычки распаяны поверхностным монтажом. Вместо КД243А можно использовать диоды 1N4001.

Используя свободные элементы и добавив одну микросхему 564ИЕ10, получим вариант устройства на четыре колеса (см. схему на **рис. 4**). Прибор содержит два описанных выше одинаковых независимых узла сравнения с общей звуковой и световой индикацией. Сигналы с обоих узлов поступают на входы элемента DD5.4. Элемент DD5.3 выполняет роль инвертора, обеспечивающего требуемый уровень импульса, который запускает одновибратор, собранный на элементах DD4.3, DD4.4.

Чертеж печатной платы для четырехколесного варианта прибора представлен на **рис. 5**. В обоих устройствах использованы резисторы Р1-12-0,125, конденсаторы К10-17 типоразмера 0805 или 1206 и оксидные типоразмера А или В. Звукоизлучатель подойдет любой, рассчитанный на питание напряжением 12 В. Вместо L-53SRD-D можно использовать любой светодиод красного свечения.

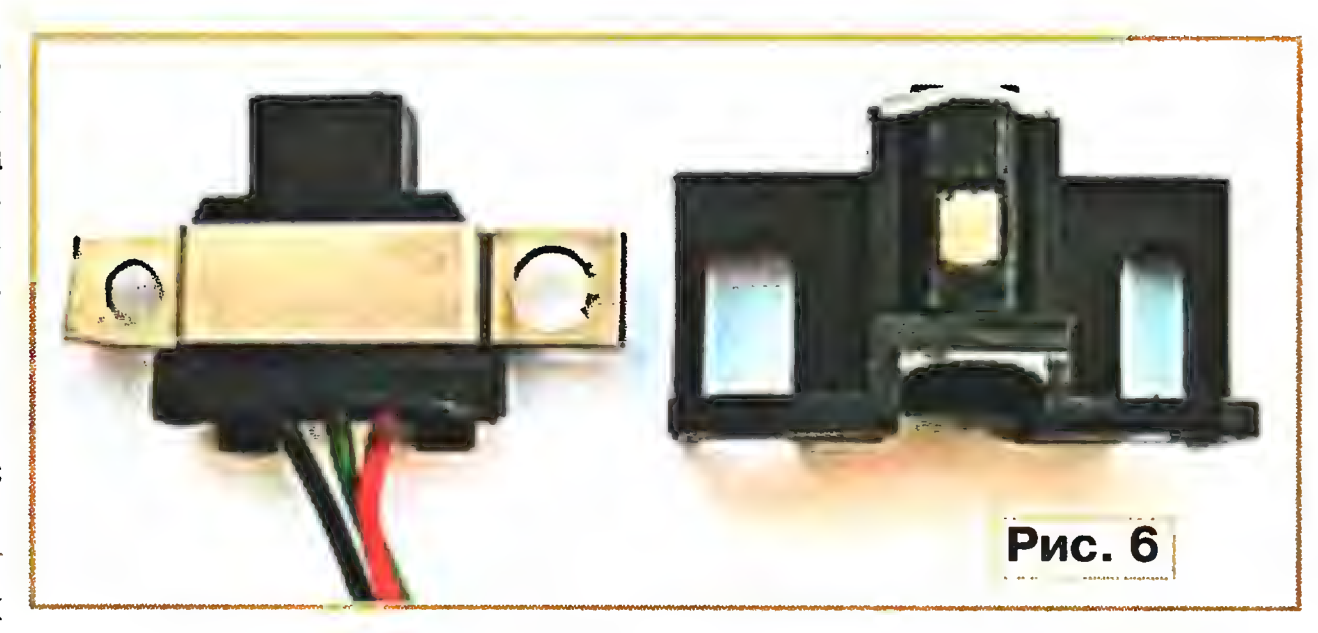
Прибор может быть установлен на автомобиль любой марки, в том числе и на грузовой. В качестве датчиков B1—B4 использованы датчики Холла, применяемые в электронной системе зажигания автомобилей "Жигули", или любые другие. От каждого датчика отпиливают ту часть, где находится магнит, как показано на фото **рис. 6**. Магнит фиксируют на вращающейся детали колеса, например, на тормозном барабане, а собственно датчик (с выводами) — на тормозном суппорте. Под датчик нужно поместить прокладку толщиной 3...5 мм из любого пластика, а крепежную скобу изготовить из латуни или меди.

В каждом случае при выборе места и способа крепления датчика и магнита может быть индивидуальный подход. Главное требование: при вращении колеса обеспечить между ними зазор в пределах 1...3 мм. Необходимо также сохранить ту же ориентацию магнита, которая была до его отпиливания.

На переднеприводной модели автомобиля на передних колесах каждый магнит удобно крепить на ШРУСе с помощью стандартного хомута, а сам датчик — на корпусе коробки передач на жестком кронштейне из немагнитного металла.

Датчик системы зажигания изготовлен на базе микросхемы К1116КП3. Он

представляет собой законченную герметичную конструкцию. Выводы датчика выполнены цветными проводами: красный — плюс питания, черный — минус (общий), зеленый — выход. Подключать датчики к прибору следует экранированной витой парой проводов с внешней пластиковой изоляцией. Кабель прокладывают по пути следования трубок


Рис. 6

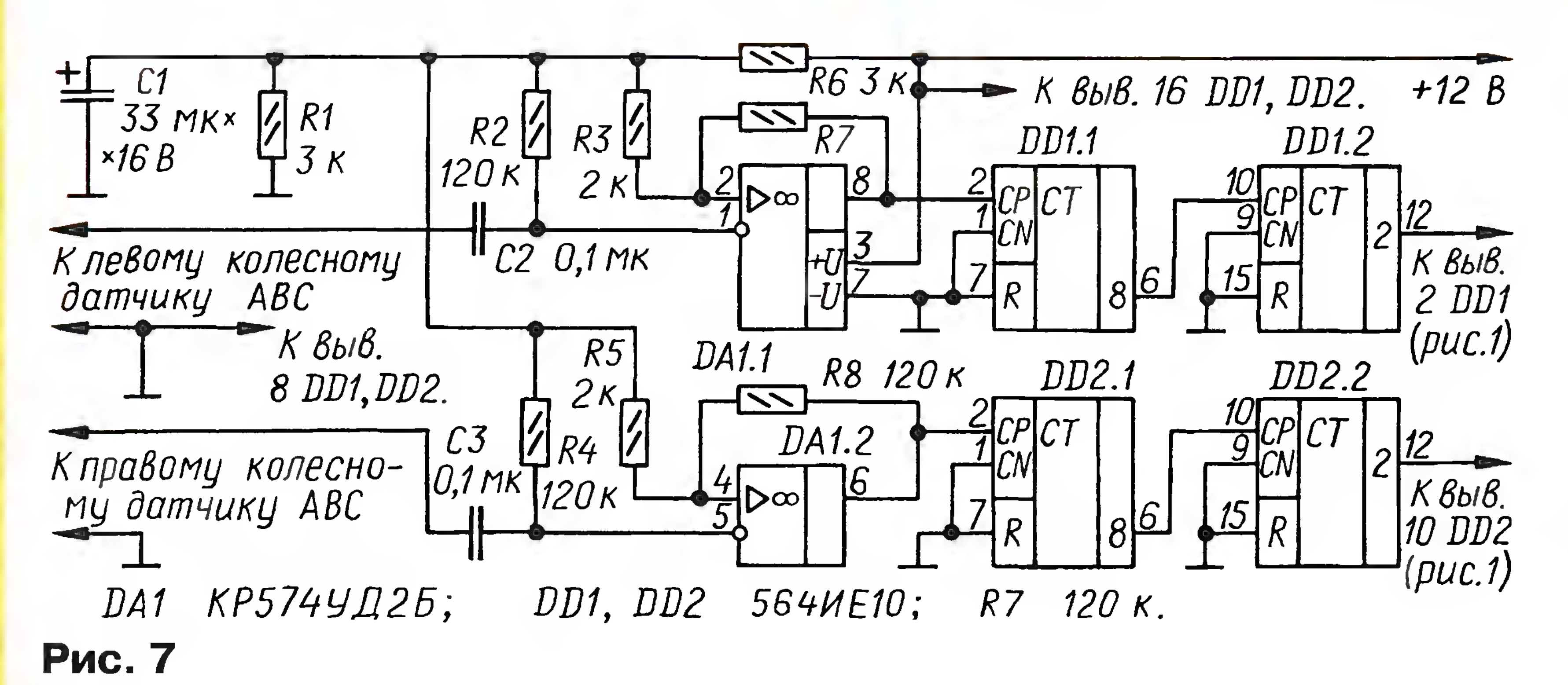
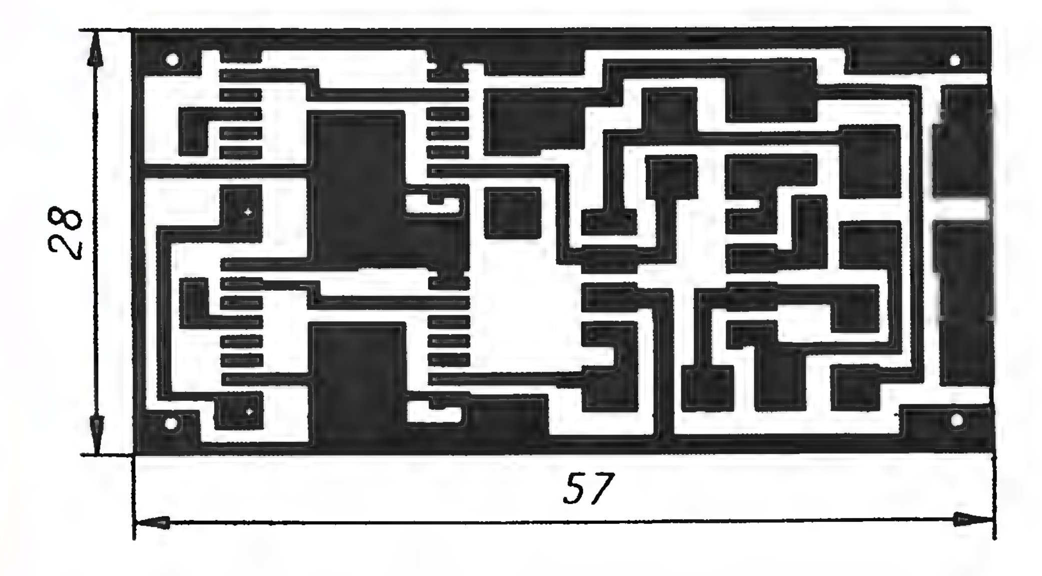


Рис. 7



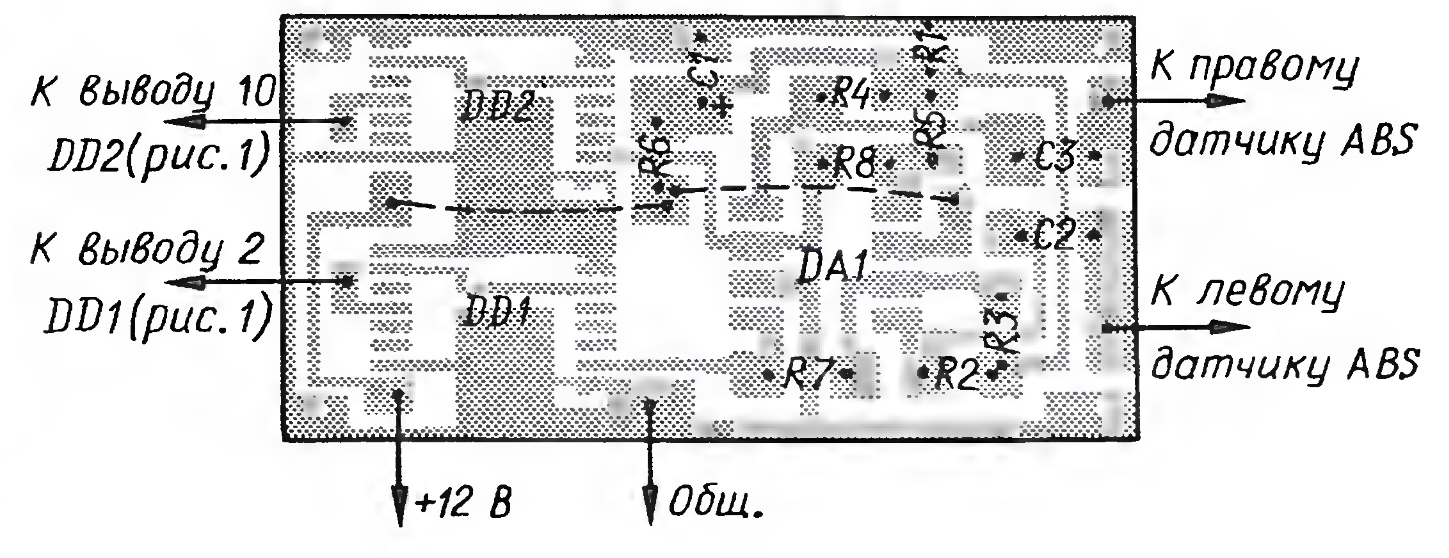


Рис. 8

гидропривода тормозов. Отрезок соединения между датчиком и кабелем на корпусе необходимо выполнять гибким эластичным кабелем в морозостойкой изоляции. Места соединений надежно фиксируют механически и защищают от влаги.

Если прибор контроля давления предполагается установить на автомобиль, оснащенный антиблокировочной тормозной системой (ABS), устройство придется усложнить, зато отпадет необходимость в приобретении и трудоемком монтаже датчиков. В этом случае лучше использовать импульсы с датчиков ABS, имеющие, как правило, амплитуду 100...500 мВ. Входную часть каждого канала прибора нужно будет дополнить компаратором и предварительным делителем частоты. На **рис. 7** показан вариант схемы прибора для одной пары колес.

Резисторы R1, R2 (см. рис. 1) исключаются. Компаратор DA1.1 преобразует входной аналоговый сигнал в цифровой с необходимыми логическими уровнями. Для повышения помехоустойчивости работы компаратора введена слабая положительная ОС через резисторы R3, R7.

Датчик ABS формирует от 50 до 80 импульсов сигнала за оборот колеса в зависимости от модели автомобиля. Поэтому коэффициент деления предварительного делителя частоты DD1.1, DD1.2 выбран равным 64, чтобы на выходе (вывод 12) получить один импульс за примерно один оборот колеса, что и требуется для работы прибора.

Чертеж печатной платы входных цепей двух каналов представлен на **рис 8**. Для четырехколесного прибора таких плат понадобится две. Для монтажа микросхемы КР574УД2 ее выводы необходимо отформовать для пайки к контактным площадкам. Узел можно собрать на ОУ К1407УД3, К574УД2, TL083 с соответствующей коррекцией рисунка проводников платы.

В автомобиле с ABS прибор следует монтировать вблизи электронного блока системы, где сходятся сигналы со всех датчиков. Наличие разделительных конденсаторов и большое входное сопротивление компараторов позволяют подключать прибор к ABS, не опасаясь нарушить работу системы. Напряжение питания прибора в этом случае удобно снять с блока ABS.

Кроме описанного выше, прибор может дублировать звуковым и световым сигналами включение указателя поворотов автомобиля. Для этого соответствующий вывод прибора подключают к контрольной лампе на щитке приборов (один из выводов лампы должен быть соединен с корпусом автомобиля).

Индикатор HL1 прибора следует монтировать на приборном щитке, а HA1 — за щитком, но так, чтобы его хорошо слышать.

Для проверки работы прибора после установки на автомобиль достаточно проехать несколько раз по кругу радиусом 6...8 м, при этом должны включиться звуковой сигнал и светодиод.

Несмотря на простоту, прибор вполне справляется с поставленной задачей. Если при движении по трассе прозвучал сигнал тревоги, да еще не один, а два раза подряд, то можно смело останавливаться и вынимать домкрат. Ложные срабатывания происходят редко. Чтобы их исключить совсем или сократить до минимума, можно усложнить прибор, добавив обнуление счетчиков при нажатии на педаль тормоза, при включении указателя поворотов или изменить алгоритм работы, например, накапливать число ошибок до двух-трех и т. д., но это уже задача для микроконтроллера. ■

Стабилизатор тока MP2481 для питания мощных светодиодов

Импульсные управляемые стабилизаторы тока MP2481 производства фирмы Monolithic Power Systems предназначены для питания мощных светодиодов стабилизированным током до 1,2 А в условиях изменения напряжения питания в широких пределах — 4,5...36 В (MP2481 — 36 V, 1.2 A, 1.4 MHz White LED Driver Buck/Boost Halogen Replacement. — **<http://www.terraelectronica.ru/pdf/MNPW/MP2481.pdf>**. В зависимости от текущего значения напряжения питания стабилизатор автоматически выбирает режим понижения или повышения напряжения. В приборе предусмотрена возможность управления стабилизированным током.

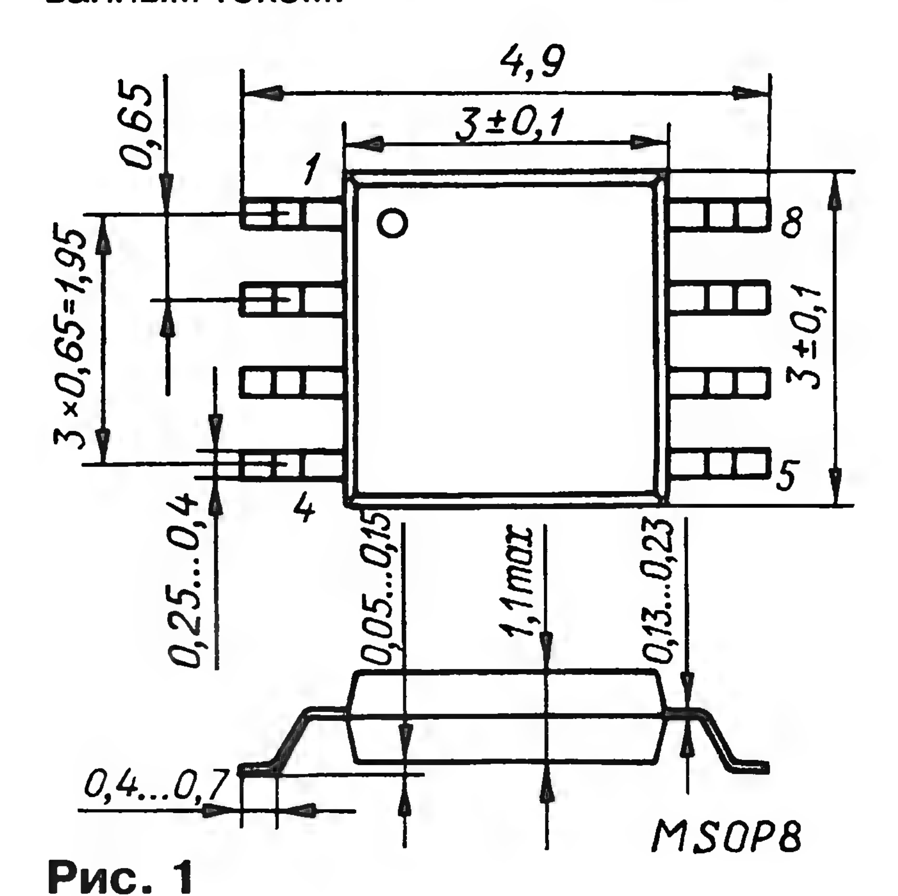


Рис. 1

Таблица 1

Номер вывода	Обозначение	Функциональное назначение
1	Vdd	Плюсовой вывод питания
2	Vss	Минусовый вывод питания; общий вывод
3	OVP	Вход сигнала ОС по выходному напряжению
4	FB	Вход сигнала ОС по току нагрузки
5	EN/DIM	Вход сигнала управления током нагрузки
6	INGND	Общий вывод для входа EN/DIM
7	BST	Вход вольтодобавки
8	SW	Выход (к истоку коммут. транзистора)

Преимущественная область применения — светодиодные осветительные приборы со стабилизацией яркости излучения и возможностью управления ею, например, панели светодиодной подсветки, в том числе в компьютерных мониторах, ноутбуках, цифровых фотоаппаратах и видеокамерах, приборах спутниковой навигации, мультимедийных плейерах. Стабилизатор MP2481 обеспечивает стабильную яркость питаемых светодиодов независимо от снижающегося напряжения химических источников тока.

Микросхемы MP2481 выпускают в восьмивыводном пластмассовом корпусе MSOP8 (**рис. 1**), предназначенном для поверхностного монтажа; выводы плоские луженые. Цоколевка микросхемы представлена в **табл. 1**.

Упрощенная функциональная схема прибора показана на **рис. 2**. Микросхема содержит устройство управления яркостью нагрузочных светодиодов DA1, тактовый генератор G1, формирователь пилообразного напряжения DA2, сумматор DA3, усилитель сигнала ошибки DA4, компараторы DA5—DA7, RS-триггер DD1, источники образцового напряжения трех значений G2—G4, стабилизатор напряжения DA8, буферный усилитель DA9, мощный n-канальный переключательный полевой коммутирующий транзистор VT1, шунт RS1 — датчик тока нагрузки, дифференциальный усилитель DA10.

Для работы импульсного стабилизатора тока необходим внешний дроссель, который накапливает энергию, когда транзистор VT1 открыт, и отдает ее в нагрузку, когда этот транзистор закрыт. После включения питания импульсы тактового генератора G1 устанавливают триггер DD1 в единичное состояние. Транзистор VT1 открывается и пропускает ток во внешний дроссель, который в это время накапливает магнитную энергию.

Транзистор VT1 открыт до тех пор, пока триггер DD1 находится в этом состоянии. Триггер DD1 переключается, когда напряжение на входе FB, поступающее с датчика тока нагрузки, превысит 0,2 В. Так стабилизируется ток через светодиоды. Также триггер DD1 переключается в нулевое состояние сигналом превышения напряжения на входе OVP, сигналом с формирователя пилообразного напряжения DA2, сигналом с выхода дифференциального усилителя DA10, если ток стока транзистора VT1 превысит 2 А.

Управляют стабилизатором MP2481 подачей напряжения на вывод OVP относительно общего вывода Vss. Если это напряжение меньше 0,4 В, тактовый генератор вырабатывает пониженную частоту 120 кГц. Нормальному режиму работы прибора соответствуют пределы 0,4...1,23 В. С превышением верхнего предела стабилизатор отключается, транзистор T1 закрывается. Напряжение ОС на вход OVP подают с резистивного делителя выходного напряжения блока питания, в составе которого работает стабилизатор MP2481.

Основные технические характеристики

Напряжение питания, В,
- минимальное 4,5
- максимальное 36

Собственный потребляемый ток, мА,
- типовое значение 0,6
- максимальный 0,8

Напряжение ОС (на выводе FB), В,
- минимальное 0,187
- типовое 0,203
- максимальное 0,219

Входной ток вывода FB (типовое значение), мкА 0,2

Сопротивление канала открытого транзистора VT1 (типовое значение), Ом 0,3

Ток утечки закрытого транзистора VT1, мкА, не более 10

Ток стока транзистора VT1, при котором срабатывает устройство защиты (типовое значение), А 2

Максимальный коэффициент заполнения периодов тока через транзистор VT1, % 89

Частота внутреннего тактового генератора в нормальном режиме, МГц,
- минимальная 1
- типовое значение 1,4
- максимальная 1,8

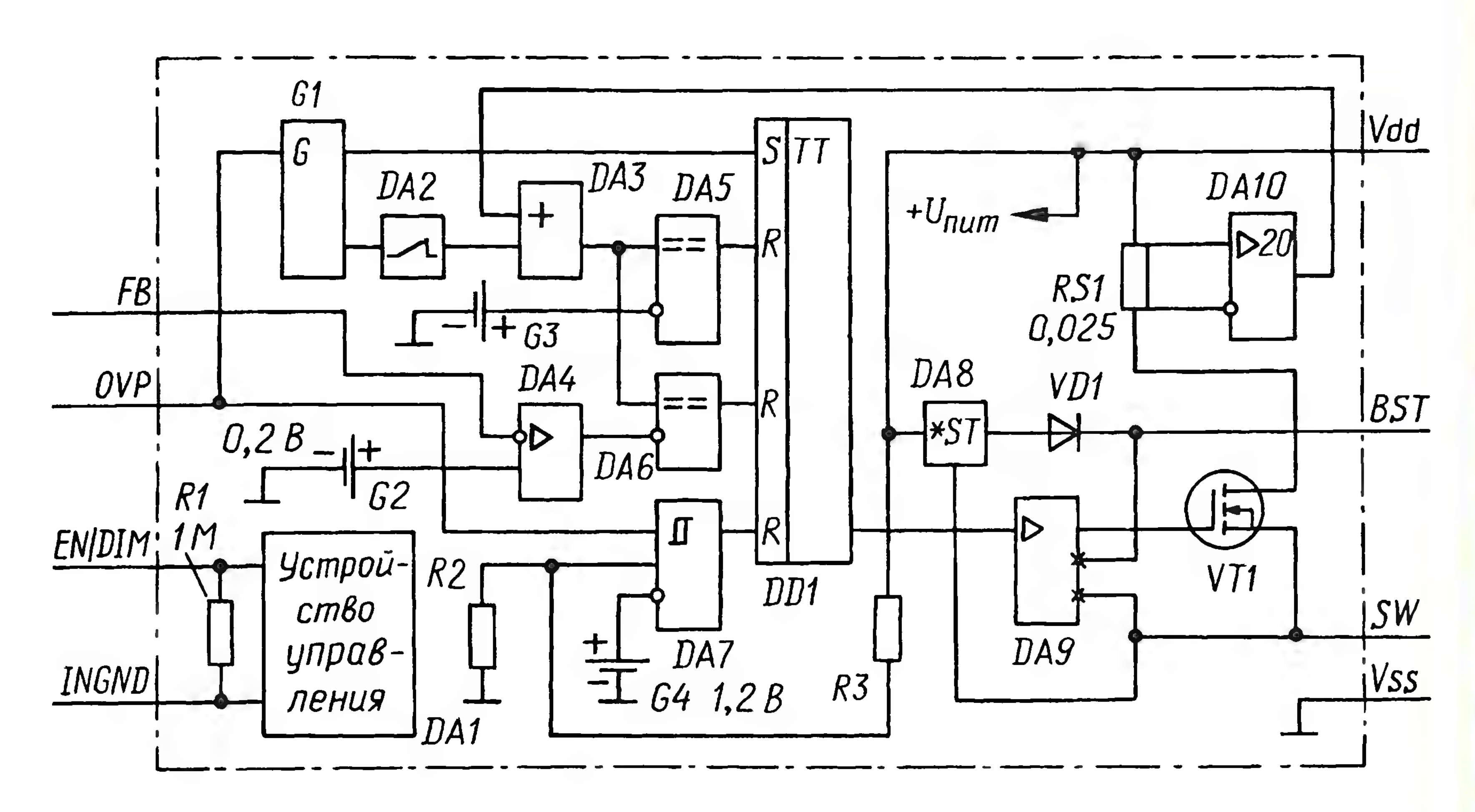


Рис. 2

Частота внутреннего тактового генератора в режиме пониженной частоты, МГц (типовое значение) 0,12
Порог включения устройства управления при увеличении напряжения на его входе (выводы EN/DIM и INGND), В, не более 0,7
Порог выключения устройства управления при уменьшении напряжения на его входе (выводы EN/DIM и INGND), В, не менее 0,4
Типовое значение напряжения на входе устройства управления, соответствующее нулевому току через нагрузку блока питания (через светодиоды), В 0,7
Типовое значение напряжения на входе устройства управления, соответствующее максимальному току через нагрузку блока питания (через светодиоды), В 1,4
Частота импульсного напряжения управления на входах EN/DIM и INGND, Гц,
минимальная 100
максимальная 1000
Амплитуда импульсов напряжения управления на входах EN/DIM и INGND, В, не более 1,4
Входное сопротивление входа устройства управления (типовое значение), МОм 1
Тепловое сопротивление, °С/Вт,
кристалл—корпус 12
кристалл—окружающая среда (не более) 55
Температура срабатывания устройства тепловой защиты (типовое значение), °С 150

Предельно допустимые значения

Напряжение между выводами, В,
Vdd и Vss 40
BST и SW 6
INGND и Vss ....–0,3...40
OVP и Vss, EN/DIM и INGND ....–0,3...6
Температура хранения, °С ...–65...+150
Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ....–40...+85
Максимальная температура пайки, °С 260

Типовая схема включения стабилизатора MP2481 в режиме понижения напряжения показана на **рис. 3**. Здесь L1 — накопительный дроссель, VD1 — переключательный диод Шотки, C3 — сглаживающий конденсатор, C2 — конденсатор вольтодобавки, EL1 — нагрузка — мощный светодиод (их может быть несколько, соединенных последовательно), резистор R1 — датчик тока нагрузки. Сопротивление резистора R1 подобрано для стабилизации тока на уровне 1 А. Цепь R2R3 — резистивный делитель, предназначенный для отключения стабилизатора в случае превышения напряжения питания.

Когда переключательный транзистор стабилизатора открыт, диод VD1 закрыт, через дроссель L1 и светодиод EL1 течет линейно увеличивающийся ток. Дроссель L1 накапливает магнитную энергию. Как только падение напряжения на датчике тока — резисторе R1 — превысит 0,2 В, транзистор закрывается, диод VD1 открывается и ток через светодиод EL1 поддерживает энергия, накопленная дросселем L1. Через элементы L1, VD1, EL1 течет линейно уменьшающийся ток.

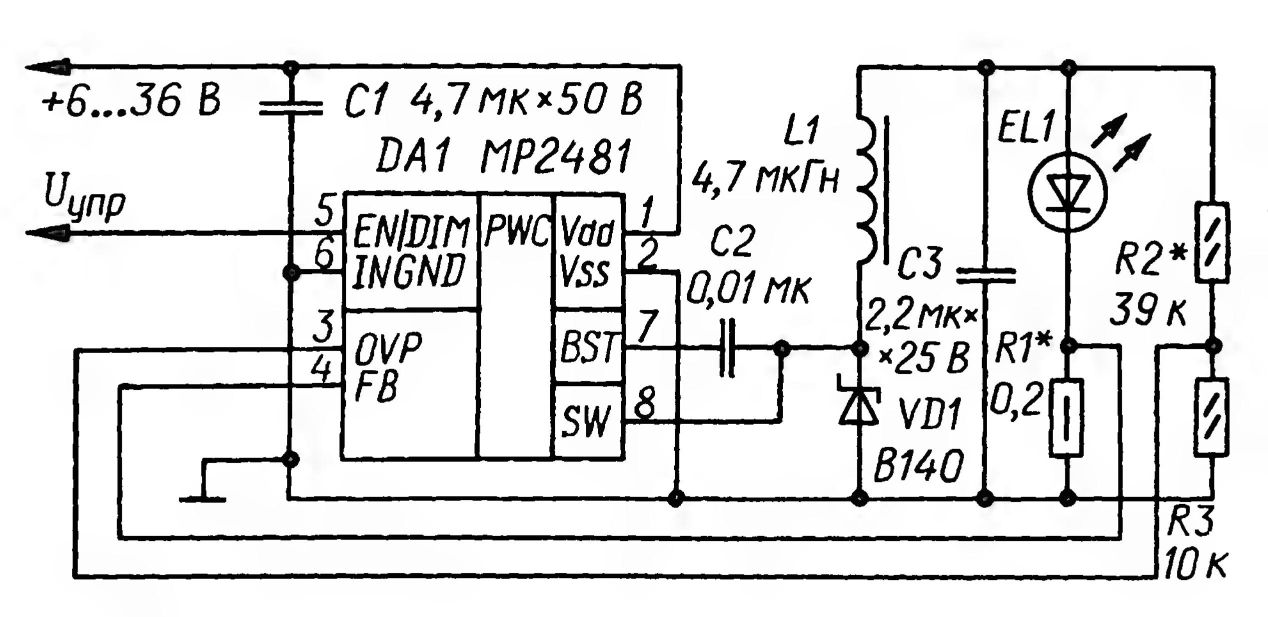


Рис. 3

В момент, когда этот ток уменьшается на ΔI, транзистор снова открывается и описанные процессы повторяются.

Сопротивление резистора R1 (Ом) рассчитывают по формуле

$$R1 = 0{,}2\ В/I, \qquad (1)$$

где I — ток через нагрузку, А.

Максимальный ток через дроссель L1 равен $I_{max} = I + \Delta I/2$. Ток через дроссель не должен уменьшаться до нуля. Рекомендуемое значение его пульсаций

$$\Delta I = 0{,}3 I_{max}. \qquad (2)$$

Максимально допустимое значение тока через дроссель L1, не вызывающего насыщения его магнитопровода и уменьшения индуктивности, должно быть больше I_{max} не менее чем на 25 %.

Индуктивность дросселя L1 (мкГн) рассчитывают по формуле

$$L1 = \frac{U_{вых}(U_{пит} - U_{вых})}{U_{пит} \cdot \Delta I \cdot f}, \qquad (3)$$

где $U_{пит}$ — минимальное напряжение питания, В; $U_{вых}$ — выходное напряжение (суммарное напряжение на светодиодах и резисторе R1 — датчик тока), В; ΔI — пульсация тока через дроссель L1, А; f — частота коммутации переключательного транзистора стабилизатора, МГц.

Фирма-производитель микросхем MP2481 рекомендует выбирать индуктивность дросселя L1 в пределах 3,3...10 мкГн. Если вычисленное по формуле (3) значение превышает 10 мкГн, необходимо ограничить индуктивность этим значением и соответствующим образом изменить $U_{пит}$ и ΔI.

На **рис. 4** изображена зависимость КПД стабилизатора от напряжения питания для случаев: один светодиод, ток 0,5 А (кривая 1), один светодиод, ток 1 А (2); два светодиода, ток 0,5 А (3); три светодиода, ток 0,5 А (4). КПД уменьшается при увеличении напряжения питания и возрастает с увеличением числа светодиодов.

Характеристика управления яркостью светодиода изменением тока через него (для случая кривой 2 на рис. 4) представлена на **рис. 5**. Управляющее напряжение подают на выводы 5 и 6 микросхемы. При 0,7 и 1,4 В на характеристике видны характерные изломы, между которыми зависимость практически линейная. Именно этот участок характеристики рекомендуется использовать на практике. В области малого тока (около 5 % от максимального) характеристика резко нелинейна, так как уменьшение управляющего напряжения ниже 0,7 В приводит к отключению микросхемы.

Если необходима линейность характеристики управления от нуля до максимального тока, рекомендуется управление прямоугольными импульсами, которые подают на эти же выводы. Низкий уровень импульсов должен соответствовать левой точке излома характеристики на рис. 5 (0,7 В), а высокий — правой (1,4 В). Частота импульсов должна быть в пределах 100...1000 Гц. Зависимость среднего тока через светодиод от коэффициента заполнения периодов импульсами практически линейна (**рис. 6**).

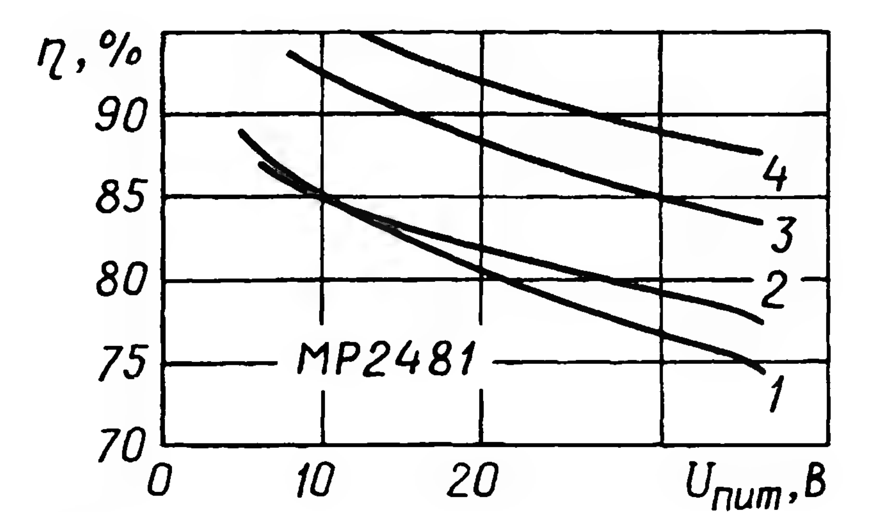


Рис. 4

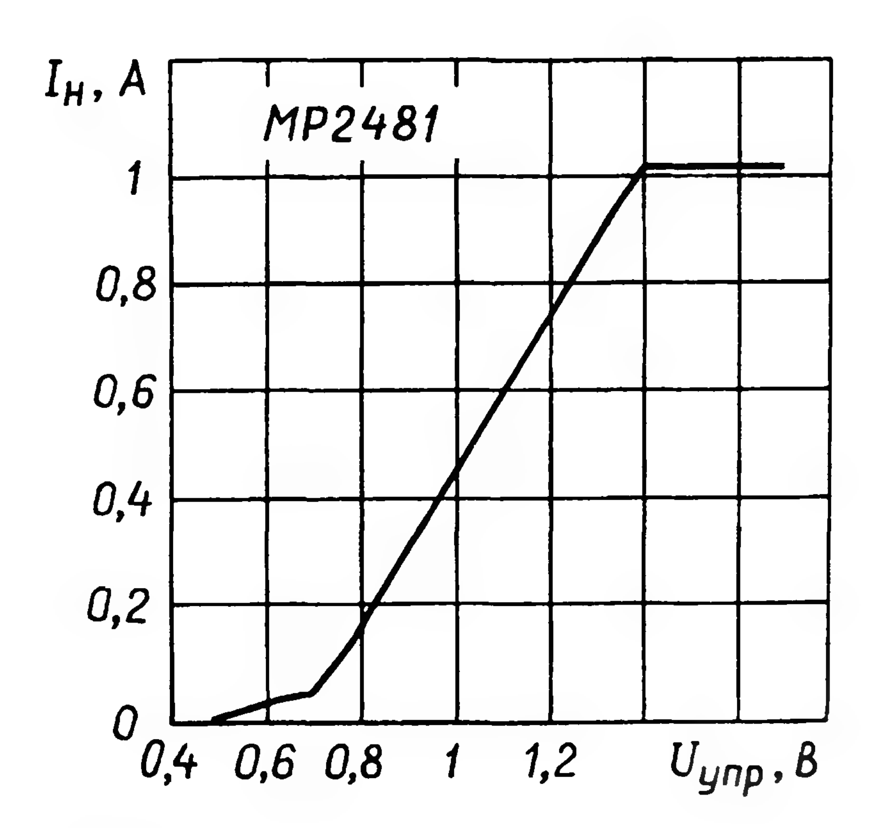


Рис. 5

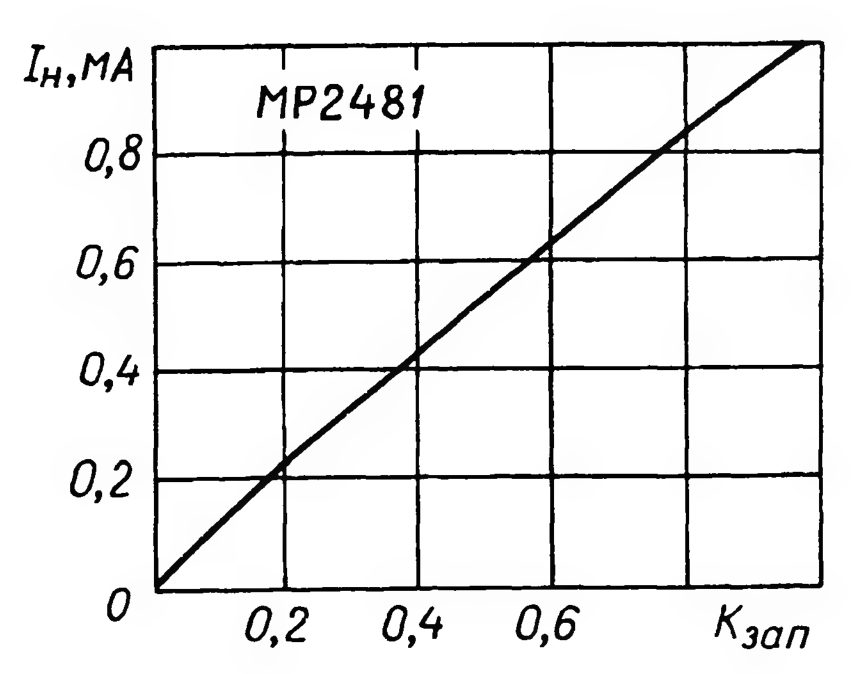


Рис. 6

Высокий уровень импульсного управляющего напряжения может быть выше 1,4 В — это не влияет на характеристику управления, но этот уровень должен быть ниже максимально допустимого напряжения 6 В. На практике достаточен высокий уровень импульсного напряжения 1,5...2 В. Такое же постоянное напряжение подают на выход EN/DIM, если управление по этому выходу не используется.

Другая типовая схема включения стабилизатора MP2481 для работы в режимах повышения и понижения напряжения показана на **рис. 7**. Ее отличие от предыдущей схемы в том, что минусовый провод питания соединяют не с выводом Vss стабилизатора, а с верхним по схеме выводом накопительного дросселя

Сопротивление выравнивающих резисторов в первоисточнике не указано.

Для кривой 3 на **рис. 9** изображена зависимость тока через светодиоды от постоянного управляющего напряжения, а на **рис. 10** — среднего тока через них от коэффициента заполнения для импульсного управления яркостью. Легко заметить, что эти зависимости подобны показанным на рис. 5 и 6 соответственно.

Индуктивность дросселя L1 для схемы включения по рис. 7 рассчитывают по формуле

$$L1=\frac{-U_{вых}\cdot U_{пит}}{(U_{пит}-U_{вых})\cdot \Delta I\cdot f}. \qquad (4)$$

Обозначения и размерности те же, что и в формуле (3). Знак "минус" перед $U_{вых}$ поставлен только потому, что это напряжение имеет отрицательную полярность по отношению к общему проводу. Рекомендуемые пределы индуктивности дросселя L1 — 3,3...22 мкГн. Если расчетная индуктивность выходит за указанные пределы, необходимо соответственно изменить параметры $U_{пит}$ и ΔI.

Рис. 7

Таблица 2

Фирма	Обозначение	R_L, Ом	Макс. ток, А	Размеры, мм
Toko	A921CY-4R7M	0,027	1,66	6×6,3×3
Sumida	CDRH4D28C/LD	0,036	1,5	5,1×5,1×3
Wurth Electronics	7440530047	0,038	2	5,8×5,8×2,8

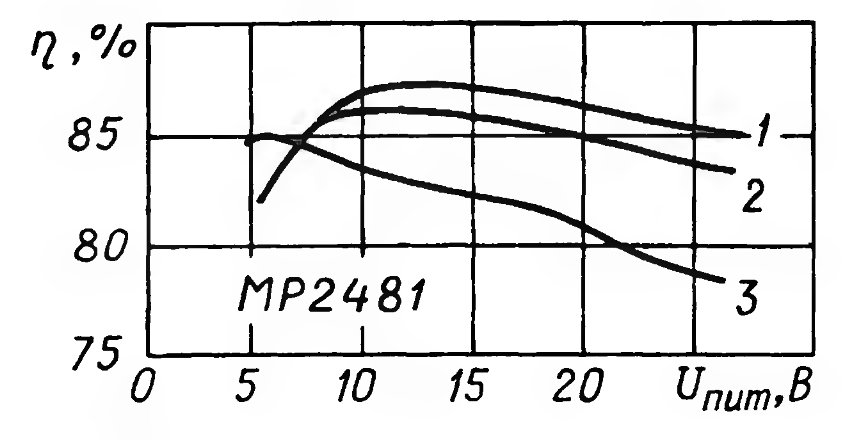


Рис. 8

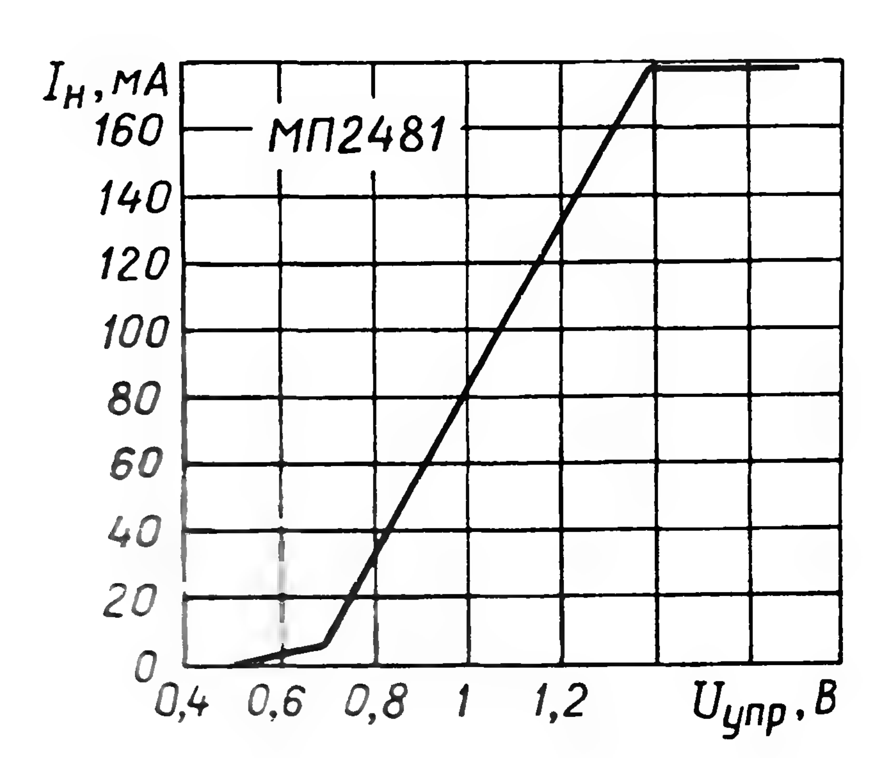


Рис. 9

Если яркость не падает до нуля, то при точной регулировке устройства уменьшают низкий уровень импульсов ниже 0,7 В, но не ниже напряжения отключения микросхемы, которое должно быть заранее измерено. Это напряжение соответствует резкому уменьшению потребляемого микросхемой тока при снятии характеристики (см. рис. 5) в сторону уменьшения управляющего напряжения.

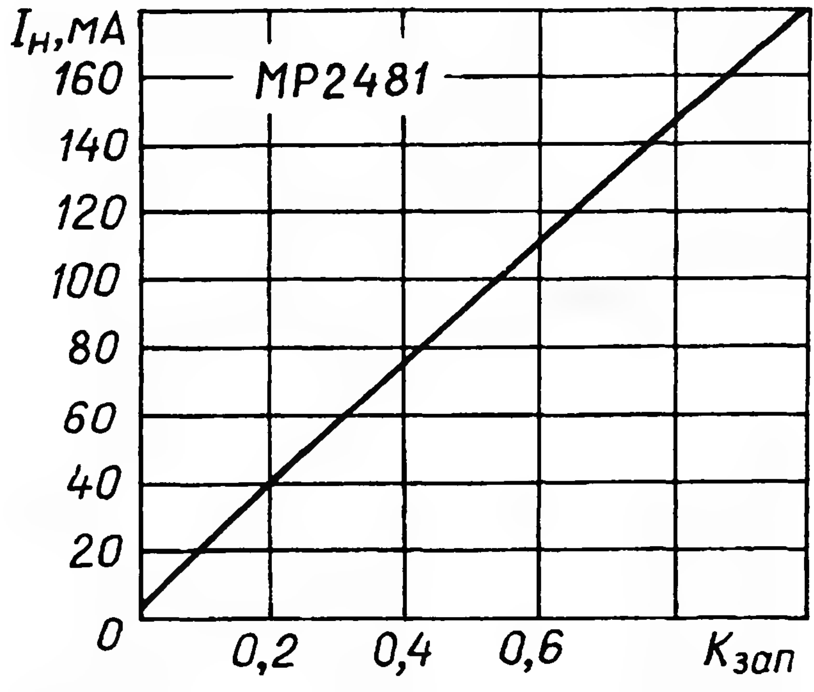


Рис. 10

L1. Когда переключательный транзистор стабилизатора открыт, нарастающий ток течет через дроссель L1 к минусовому выводу питания, через светодиоды он не протекает.

Только после закрывания транзистора и открывания диода Шотки VD1 накопленная дросселем L1 магнитная энергия расходуется на питание светодиодной цепи из N светодиодов (EL1—ELN). Поэтому КПД этого блока несколько меньше, чем предыдущего. Падение напряжения на цепи светодиодов может превышать напряжение питания.

Зависимость КПД от напряжения питания для этого блока показана на **рис. 8**. Кривая 1 соответствует питанию четырех светодиодов током 400 мА. Кривая 2 — трех светодиодов таким же током. Кривая 3 — 27 светодиодов — 9 параллельно соединенных цепей по три последовательно плюс выравнивающий резистор в каждой. Общий потребляемый ток — 180 мА.

Если требуется только повышение напряжения, схема включения стабилизатора может быть той же, что показана на рис. 7, но сопротивление резистора R2 нужно изменить. Например, для случая питания описанной выше цепи из 27 светодиодов от батареи напряжением 4,5...9 В резистор R2 заменяют другим, сопротивлением 39 кОм. В общем случае резистор R2 подбирают так, чтобы стабилизатор отключался при требуемом максимальном напряжении питания.

Сопротивление R_L накопительного дросселя L1 на постоянном токе не должно превышать 0,2 Ом. Фирма-изготовитель стабилизаторов рекомендует применение дросселей поверхностного монтажа, параметры которых указаны в **табл. 2**. Эти дроссели удовлетворяют всем требованиям совместимости со стабилизаторами MP2481. Номинальная индуктивность всех дросселей — 4,7 мкГн.

Конденсаторы должны иметь низкое ЭПС и практическую независимость емкости от температуры. Этим условиям соответствуют конденсаторы с диэлектриком из керамики X5R или X7R. Конденсаторы и резистор R1 — датчик тока — должны быть смонтированы как можно ближе к выводам микросхемы DA1.

Материал подготовил
М. ЕВСИКОВ
г. Москва

тел. 607-88-18 Прием статей: mail@radio.ru
Вопросы: consult@radio.ru

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

СОЛОМЕИН В. Емкостное реле. — Радио, 2010, № 5, с. 38, 39.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы реле изображен на **рис. 1**. Постоянные резисторы — МЛТ, С2-33, подстроечные — СП3-19а, переменный R31 — СП4-1; конденсаторы С1, С5, С9, С10, С13, С18, С19 — К10-17, С11, С12, С16 — К10-7В, С14, С15, С17 — КД-1, остальные — оксидные импортные (например, серии ТК фирмы Jamicon). Кварцевый резонатор — РК230 в корпусе ЧВ.

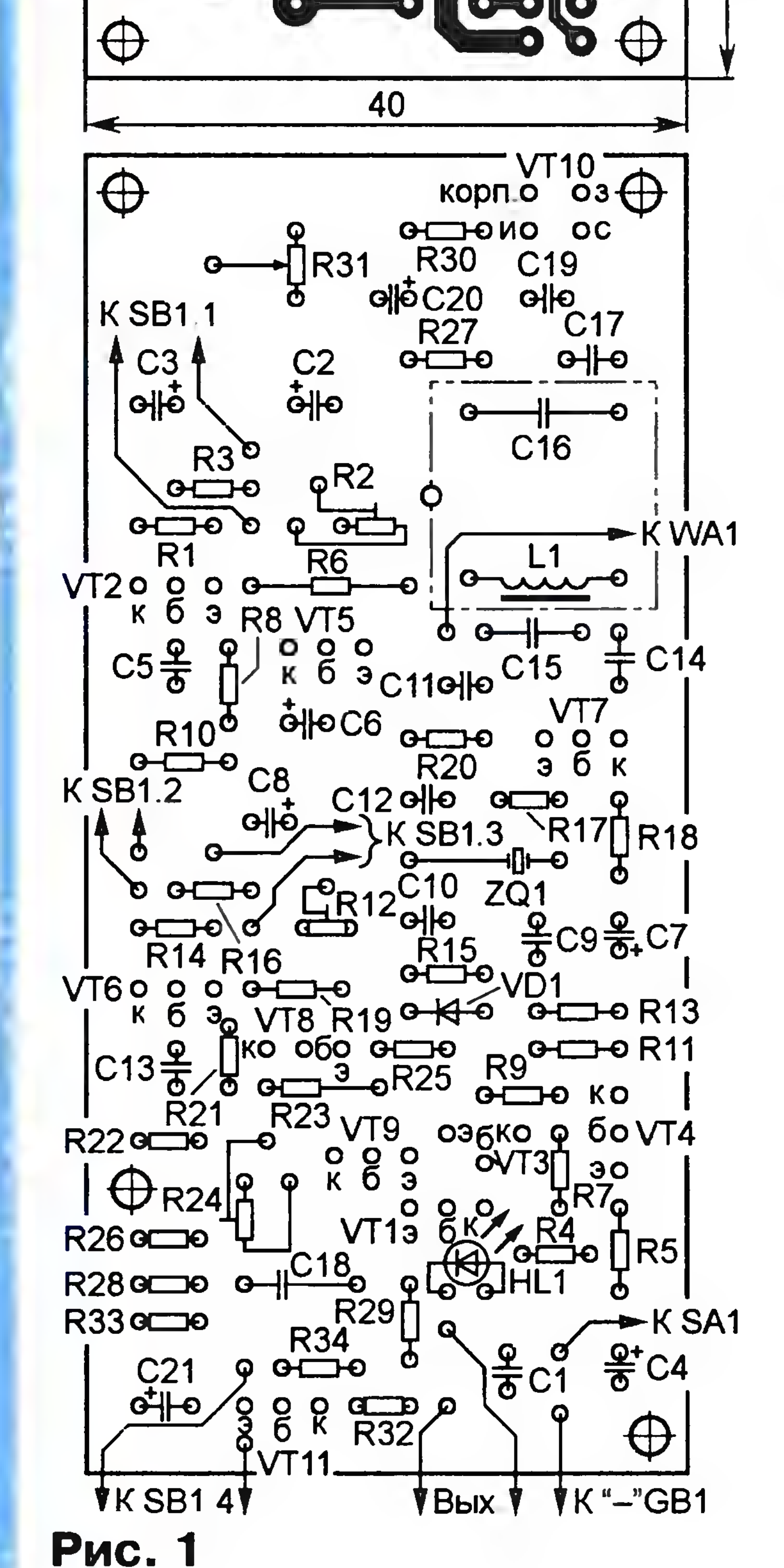


Рис. 1

СТРУКОВ В. Двухканальный кодовый замок. — Радио, 2010, № 3, с. 32, 33.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы замка с двумя выходами представлен на **рис. 2**. Резисторы — МЛТ, конденсаторы С1, С4—С6 — К10-17, С3 — КМ, остальные — оксидные серии ТК фирмы Jamicon. При компоновке платы изменено назначение элементов микросхемы DD4: функции DD4.1 теперь выполняет элемент с выводами 4—6, а DD4.2 — с выводами 9—11. Входы неиспользуемых элементов DD4.3, DD4.4, DD2.2 соединены с общим проводом, а DD5.3 — с шиной питания +9 В. Конденсатор С10 (КМ емкостью 0,047—0,1 мкФ) — блокировочный в цепи питания микросхем. Перемычки изготавливают из провода в теплостойкой изоляции и впаивают до установки деталей.

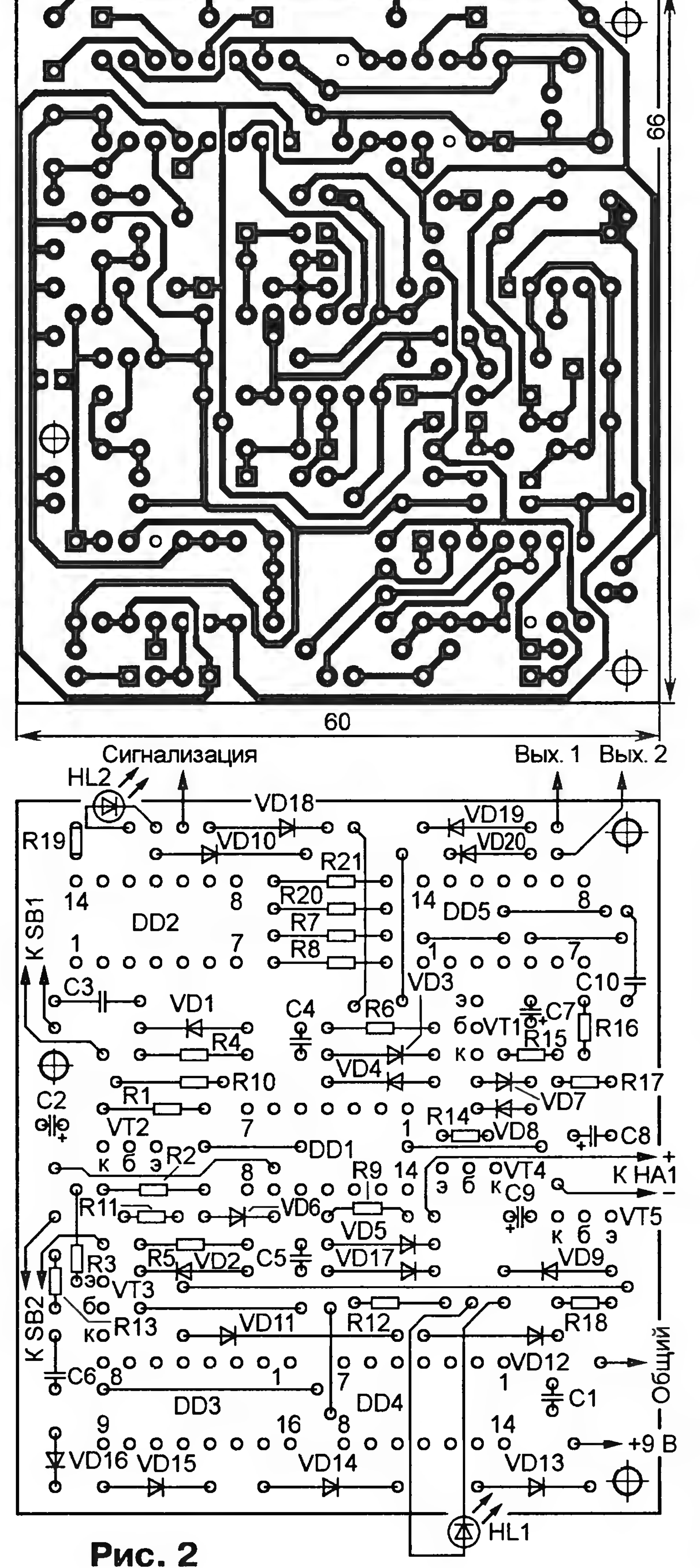
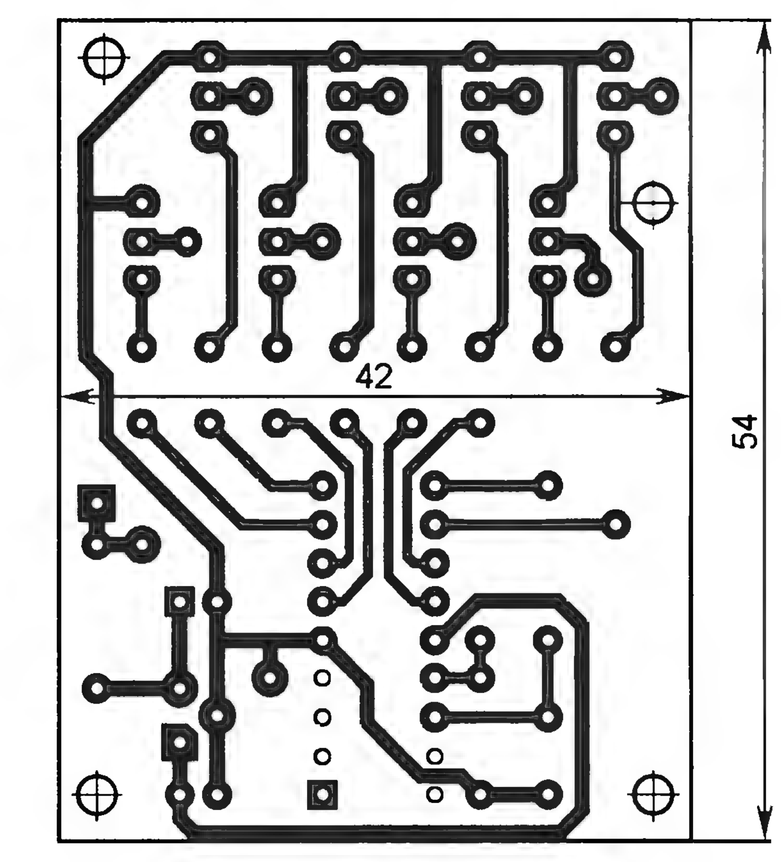


Рис. 2

ПОТАПЧУК М. Автомат световых эффектов на основе PIC-контроллеров. — Радио, 2006, № 5, с. 57, 58.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта платы устройства изображен на **рис. 3**. Резисторы — МЛТ, С2-33, конденсатор С1 — оксидный серии ТК фирмы Jamicon, остальные — керамические: С2, С3 — КМ, С4 — К10-17. Кварцевый резонатор ZQ1 — часовой в миниатюрном корпусе DT38. Цифрами 1—8 обозначены услов-



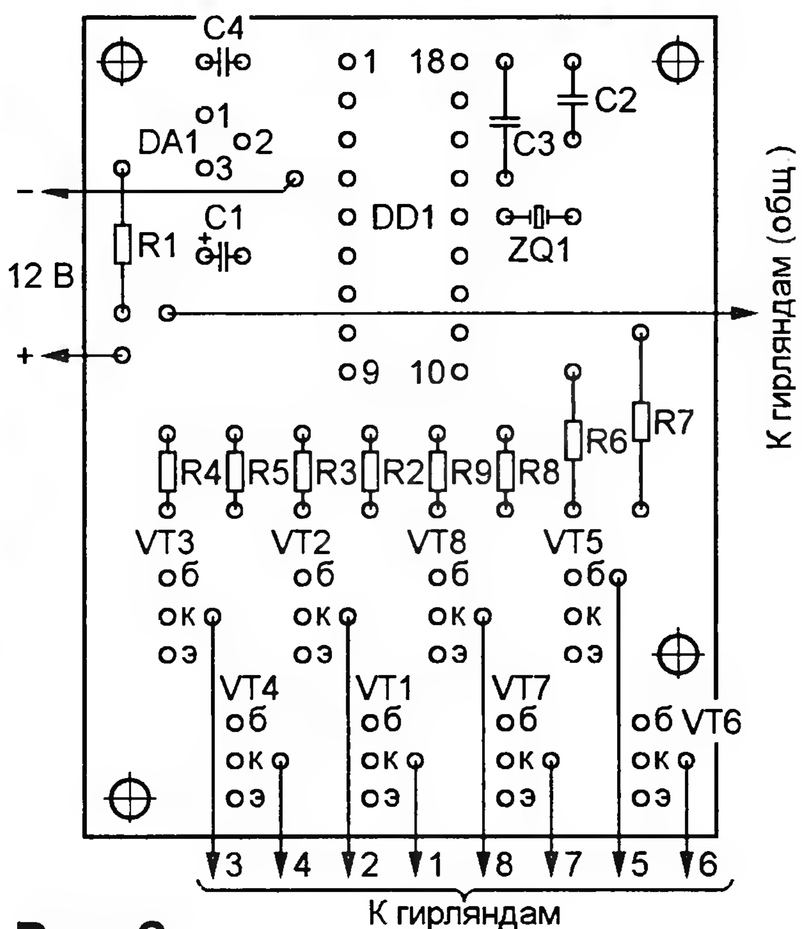


Рис. 3

ные номера гирлянд (1-я подключена к коллектору VT1, 2-я — VT2 и т. д.). При необходимости транзисторы снабжают теплоотводами в виде пластин размерами 10×(30...40) мм из листового алюминиевого сплава толщиной 2...3 мм, закрепляемыми на их корпусах винтами с гайками М3.

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

НИКИТИН В. Универсальный измерительный прибор на микроконтроллере. — Радио, 2007, № 8, с. 20—23.

Печатная плата (ее чертежи размещены на нашем FTP-сервере) рассчитана на установку транзистора VT1 BF998R (с иным, чем у BF998, назначением выводов). Обозначениям на плате SA1, SA2, SB1, SB2 соответствуют на схеме SB1, SB2, SB3, SB4. Позиционное обозначение на схеме резистора R7 (47 кОм) — R8.



Простой термометр с шестью датчиками

Е. АГЕЕНКОВ, г. Смоленск

Схема термометра изображена на **рис. 1**. Он собран на микроконтроллере ATtiny2313-20PU (DD1), работающем от внутреннего тактового RC-генератора. Конфигурация микроконтроллера должна соответствовать показанной на **рис. 2**.

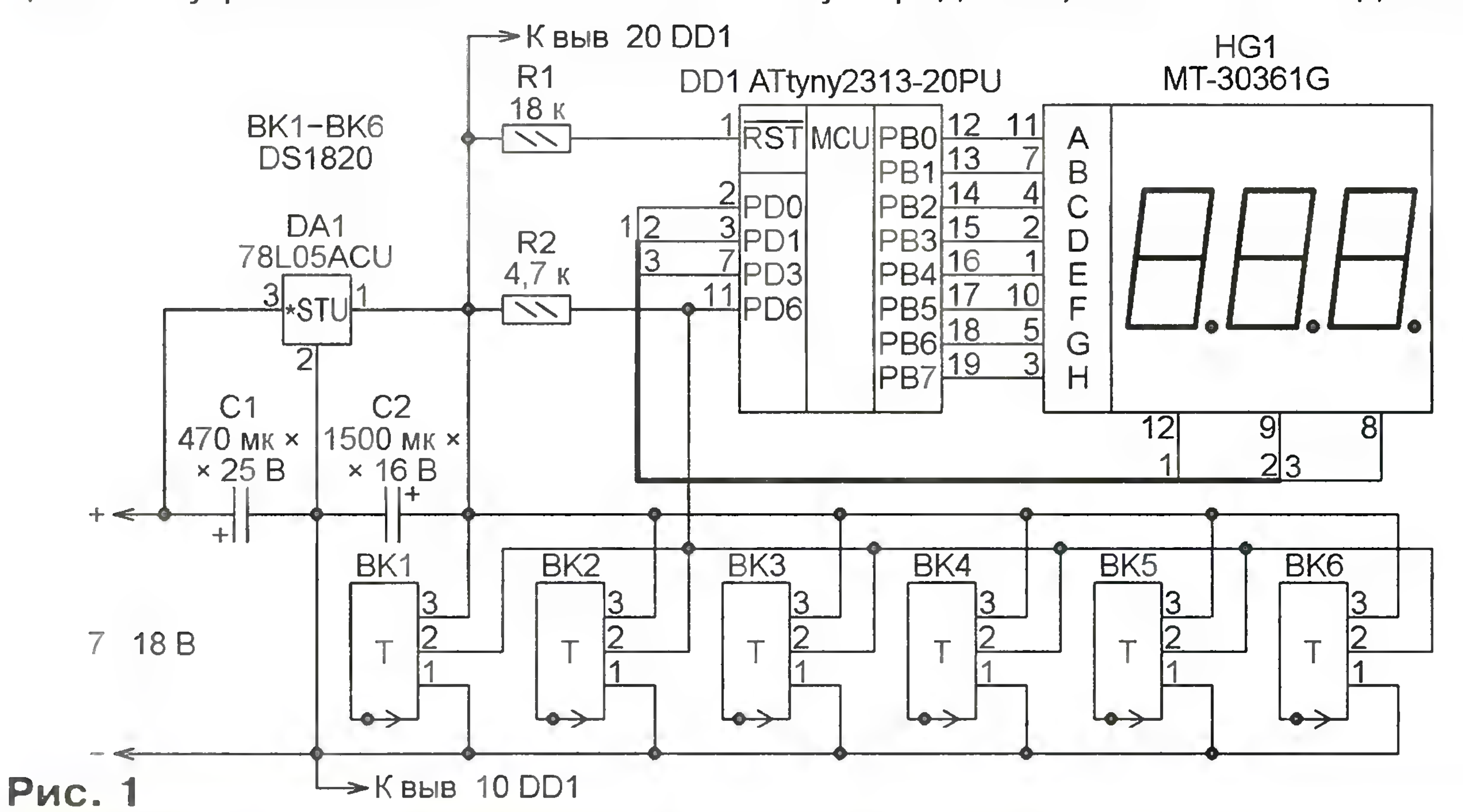


Рис. 1

SPMEN

DWEN EESAVE WDTON BODLEVEL2 BODLEVEL1 BODLEVEL0

CKDIV8 CKOUT SUT1 ✔ SUT0 ✔ CKSEL3 CKSEL2 ✔ CKSEL1 ✔ CKSEL0

Рис. 2

К термометру можно подключить от одного до шести датчиков температуры DS1820 (BK1—BK6). Их одноименные выводы соединяют параллельно проводами длиной до нескольких метров, причем датчики должны быть подключены к прибору до подачи на него питания. При включении питания микроконтроллер по специальному алгоритму определяет, сколько их и в дальнейшем распознает их по уникальным серийным номерам, хранящимся в ПЗУ каждого датчика.

Термометр рассчитан на питание от бортсети автомобиля через стабилизатор DA1. Замена стабилизатора указанного на схеме типа другим на 5 В возможна, но к ней следует подходить с осторожностью. Тяжелые условия эксплуатации (импульсные помехи в бортсети, изменение температуры в широком интервале) для некоторых стабилизаторов могут оказаться неприемлемыми. Кроме того, не забывайте, что распространенные стабилизаторы средней мощности в корпусах TO-220 (7805, КР142ЕН5А) имеют другое функциональное назначение выводов: 1 — вход, 2 — общий, 3 —выход.

После включения питания микроконтроллер выполняет проверку светодиодного индикатора HG1 (с общим катодом, от телефонного аппарата с АОН), зажигая все элементы всех трех его разрядов. Затем выводится надпись из буквы d, дефиса и цифры, означающей число обнаруженных датчиков.

После этого начинается циклический вывод на индикатор номеров датчиков, сопровождаемых значениями измеренной ими температуры. Учтите, что порядок опроса датчиков микроконтроллер определяет самостоятельно на основе анализа их серийных номеров, остающихся неизвестными пользователю. Поэтому при первом включении термометра необходимо экспериментально определить, в каком порядке опрашиваются датчики.

В случае, когда к термометру подключен лишь один датчик, выводятся только его показания без номера. Если датчики не подключены или все они неисправны, на индикаторе будут включены три дефиса.

Собранный автором термометр был собран в заглушке от автомобильной кнопки и установлен на панели автомобиля VW Passat.

***От редакции**. Программа микроконтроллера термометра находится на нашем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/04/term6.zip**>.*

Дистанционный выключатель

В. ГРИЧКО, г. Краснодар

Предлагаемый выключатель позволяет подавать питание или сигнал на различные устройства, а управлять им можно с помощью ИК пульта дистанционного управления (ПДУ) различной бытовой аппаратуры: телевизора, CD (DVD) проигрывателя и т. д. Схема устройства показана на **рис. 1**. Принимает сигналы управления от ПДУ и преобразует их в электрические сигналы специализированный модуль B1. На транзисторе VT1 собран инвертирующий усилитель, на D-триггере DD1.1 — делитель частоты на два, на транзисторе VT2 и реле K1 — электронный выключатель. Питание триггера и усилителя стабилизировано параметрическим стабилизатором напряжения R7VD1 и сглажено конденсатором C3, а питающее напряжение модуля B1 дополнительно фильтрует RC-фильтр R1C1. Диод VD3 защищает транзистор VT2 от ЭДС самоиндукции при обесточивании реле K1.

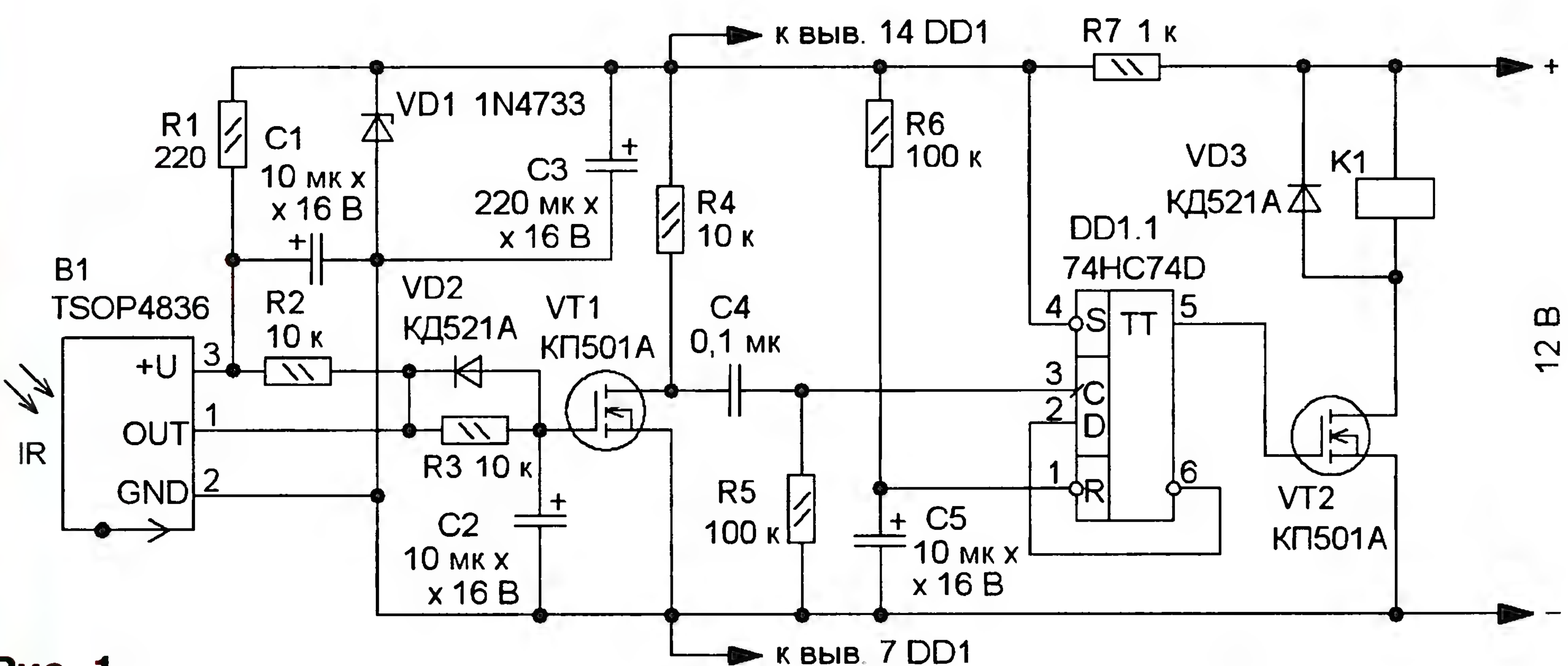


Рис. 1

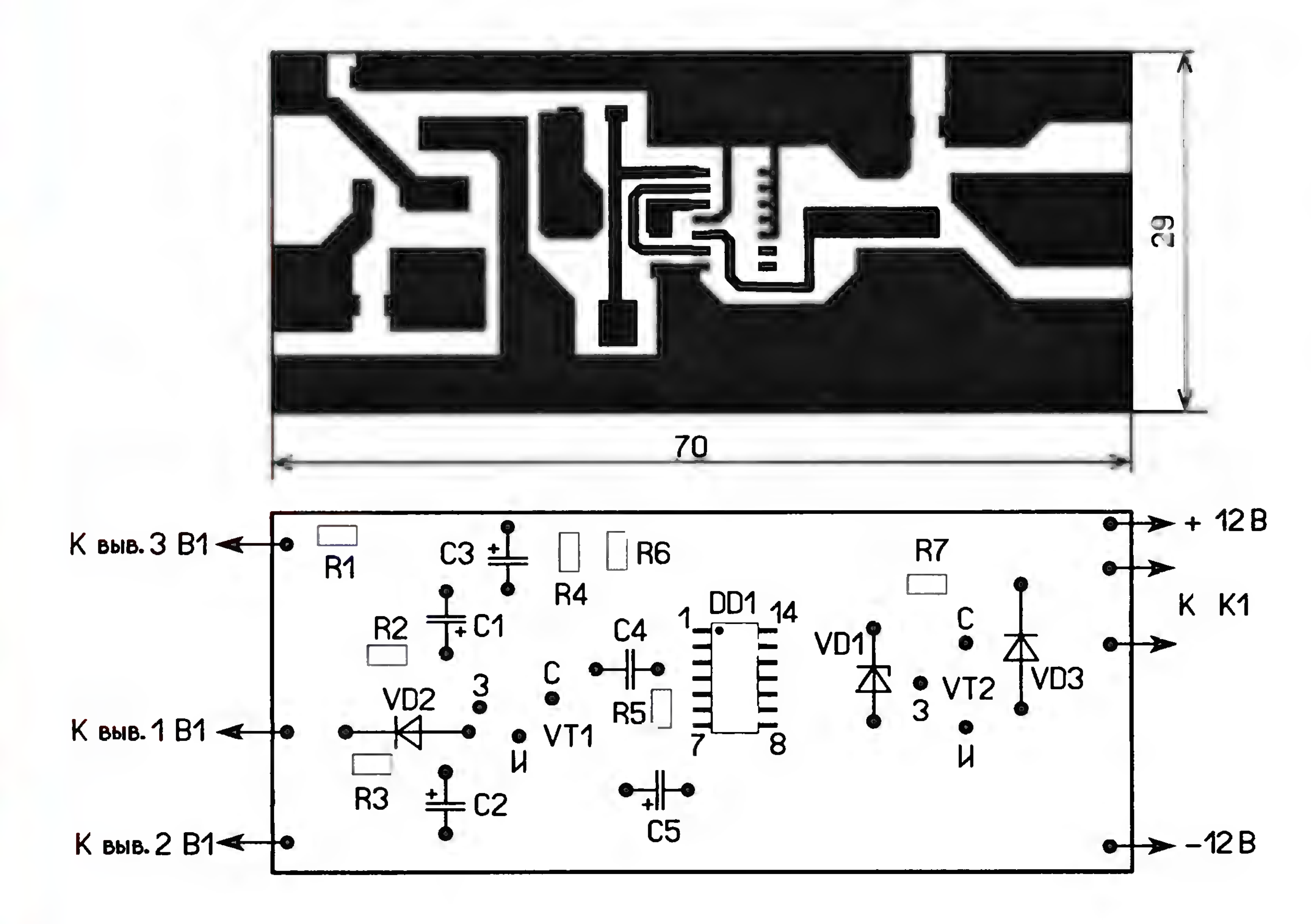


Рис. 2

В исходном состоянии после подачи питающего напряжения триггер с помощью RC-цепи R6C5 устанавливается в нулевое состояние с низким уровнем напряжения на прямом выходе (вывод 5), поэтому транзистор VT2 закрыт и реле K1 обесточено. Его контакты (на схеме не показаны) могут быть замкнуты или разомкнуты (в зависимости от типа реле). При отсутствии ИК сигнала на выходе модуля B1 присутствует высокий уровень, поэтому конденсатор C2 зарядится через резистор R3 до этого уровня и транзистор VT1 будет открыт.

Если нажать на одну из кнопок ПДУ и направить на модуль B1, на его выходе будут формироваться пачки импульсов. Поэтому конденсатор C2 быстро разрядится через диод VD2 и транзистор VT1 закроется. Перепад напряжения на его стоке через конденсатор C4 поступит на вход C триггера DD1.1 и переключит его в единичное состояние с высоким уровнем на прямом выходе. Транзистор VT2 откроется, на реле поступит питающее напряжение и его контакты переключатся, подавая или отключая питающее напряжение (или сигнал) от потребителя.

После прекращения подачи ИК импульсов на модуль B1 на его выходе снова установится напряжение высокого уровня, конденсатор C2 зарядится, транзистор VT1 откроется, а конденсатор C4 разрядится. Следующая подача ИК импульсов на модуль B1 приведет к разрядке конденсатора C2, закрыванию транзистора VT1 и переключению триггера DD1.1, поэтому транзистор VT2 закроется, а реле будет обесточено. Таким образом, после каждой подачи ИК излучения от ПДУ устройство переключается из одного состояния в другое.

В устройстве применены резисторы для поверхностного монтажа — Р1-12, РН1-12, но их можно заменить на МЛТ, С2-23, устанавливая перпендикулярно плате. Оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, конденсатор C4 — К10-17. Модуль TSOP4836 заменим на SFH503-36; диоды КД521А — на 1N4004, 1N4005, 1N4006, а стабилитрон 1N4733 — на 1N5338B. Реле должно срабатывать при напряжении 10...11 В; его выбирают в зависимости от коммутируемых напряжения и тока. Например, реле TRR-1F-12-D рассчитано на коммутацию напряжения до 12 В при токе до 1 А, а TRB-12VDC-FB-CD — до 30 В при токе до 3 А.

Все детали, кроме реле, монтируют на печатной плате из одностороннего фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Питать устройство можно от сетевого (в том числе и нестабилизированного) источника питания с выходным напряжением 11...13 В и током, достаточным для работы реле. ■

Катер с электронно-механическим приводом

Д. МАМИЧЕВ, п/о Шаталово Смоленской обл.

Судомоделисты знают, что одним из самых простых двигателей плавающей модели корабля является жгут из тонких длинных резинок. Один его конец крепят к днищу модели, а второй — через крючок к гребному винту. Изменяя число резинок в жгуте и степень их закручивания, можно регулировать скорость и дальность хода. Об игрушке с системой управления электродвигателем, имитирующей работу резиномотора, и пойдет речь в данной статье.

Модель катера (**рис. 1**), в зависимости от предварительных установок, может двигаться по прямой, по дуге или окружности с большей или меньшей скоростью в течение различных временных интервалов. С такой моделью можно реализовать различные соревновательные игры, например, чтобы катер, двигаясь по кругу, возвращался и останавливался на месте старта, описывал окружность как можно большего радиуса за наименьшее время или, идя по прямой, проходил в ворота, находящиеся как можно дальше от точки старта. Использовать его можно в ванне, надувном минибассейне, а также в неглубоких водоемах с малоподвижной водой.


Рис. 1

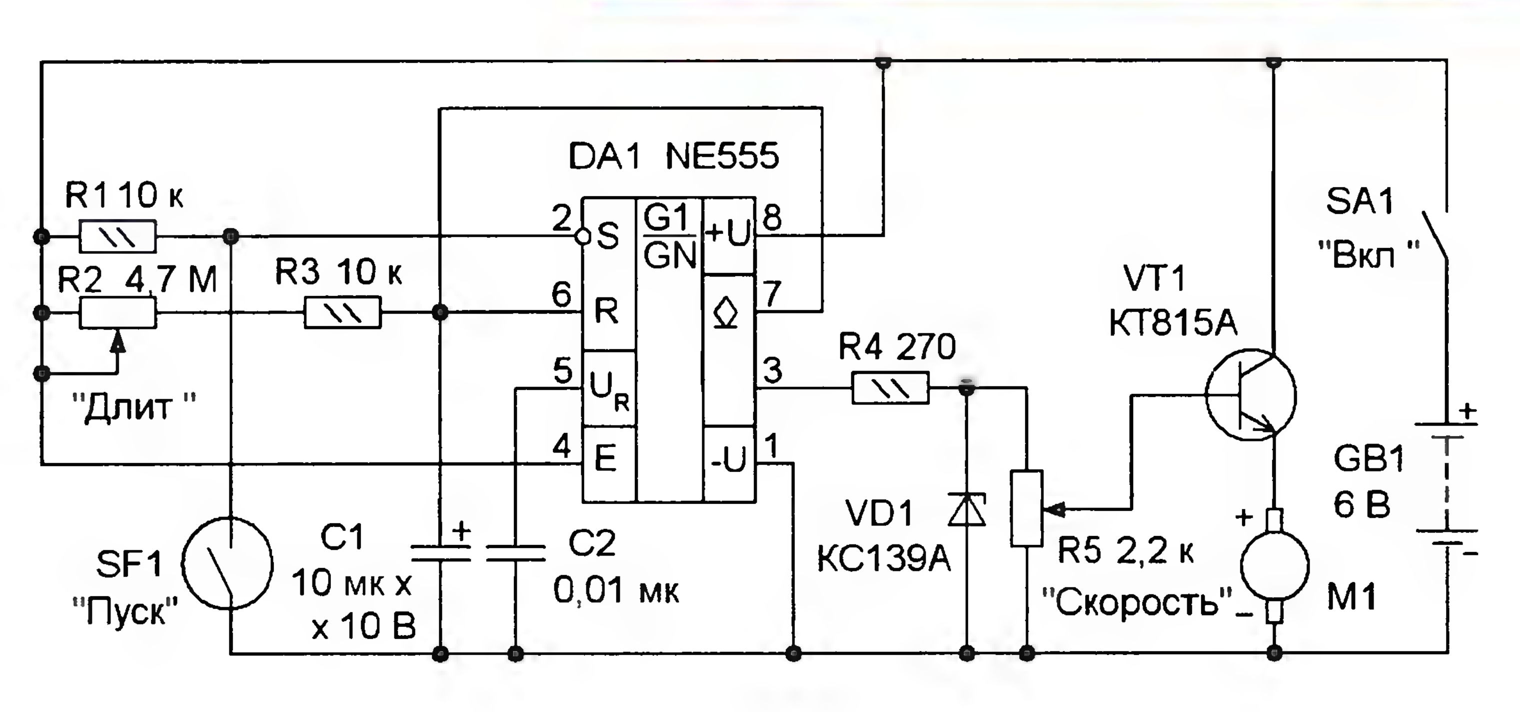


Рис. 2

Схема "электронной начинки" катера показана на **рис. 2**. На таймере DA1 собран одновибратор, длительность формируемого им импульса определяется параметрами цепи R2R3C1. На стабилитроне VD1 и резисторе R4 собран параметрический стабилизатор напряжения, а на резисторе R5 и транзисторе VT1 — регулятор напряжения питания электродвигателя M1. Запуск одновибратора и подачу питающего напряжения на двигатель выполняют замыканием контактов геркона SF1. Для этого к нему кратковременно подносят магнит.

Работает устройство следующим образом. После подачи питающего напряжения на выходе таймера DA1 (вывод 3) установится низкий уровень, транзистор VT1 закрыт, двигатель обесточен и поэтому катер неподвижен. При замыкании контактов геркона SF1 на вход S (вывод 2) таймера DA1 поступает напряжение низкого уровня, которое запускает одновибратор. На выходе таймера DA1 появляется напряжение, близкое к напряжению источника питания, и начинается отсчет времени движения катера. Транзистор VT1 открывается, двигатель начинает работать, а модель — двигаться. По окончании импульса одновибратора на выходе таймера DA1 установится напряжение низкого уровня, транзистор VT1 закроется и катер остановится. Резистором R5 можно изменять напряжение на двигателе, а значит, увеличивать или уменьшать скорость движения модели. Резистором R2 устанавливают продолжительность работы двигателя, ее минимальное значение — несколько секунд, а максимальное — 50 с.

В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ, С2-23, переменные — СП3-29ВМ, СП3-27Г, оксидный конденсатор — импортный, С2 — К10-17. Можно применить любой транзистор серии КТ815 . Отечественный аналог таймера NE555 — КР1006ВИ1. Двигатель с рабочим напряжением 1,5...3 В — от плейера или DVD проигрывателя, геркон — любой подходящих размеров, контакты которого замыкаются при приближении магнита. Батарейный отсек на четыре элемента типоразмера АА вырезан из вышедшей из строя электрифицированной детской игрушки и приклеен к печатной плате.

Все детали монтируют на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 3**. В ее углах и в середине большой стороны сверлят шесть отверстий диаметром 1,5 мм под крепежные штифты — отрезки проволоки чуть большего диаметра и длиной 15...17 мм, туго вставляемые в эти отверстия со стороны печатных проводников. Под геркон для придания жесткости монтажа подложен и приклеен отрезок пластмассового уголка. Переменные резисторы для защиты от брызг закрыты пластмассовыми крышками, в которых просверлены отверстия для движков.

Устройство гребного электродвигателя и его крепление к печатной плате показаны на **рис. 4** и **рис. 5**. Двигатель 7 крепят винтами 5 к металлической скобе 6, к которой приклеена втулка 4. Она изготовлена из пластмассового корпуса от радиоаппаратуры, в котором выполняла функции "шахты" или "колодца" под крепежные винты или шурупы. В основании втулки 4 сверлят два отверстия для головок винтов 5 крепления двигателя. На вал (диаметр 2 мм) двигателя с усилием надет гибкий пластиковый гребной вал 2 длиной 80...90 мм и диаметром 3,5 мм, изготовленный из отрезка внешней изоляции шнура компьютерной мыши, его вставляют в отрезок 3 трубочки для коктейля, которая на 10 мм короче гребного вала.

Сборку проводят в следующем порядке. Пластмассовую втулку 4 приклеивают к скобе 6, соблюдая соосность отверстий, в нее туго вставляют отрезок трубочки 3, на нее предварительно наматывают несколько слоев изоляционной ленты или скотча. На вал двигателя 7 надвигают гибкий вал 2 и крепят двигатель к скобе 6. Затем устанавливают гребной винт 1, для этого его сгибают пополам и в отверстие с усилием вставляют конец гребного вала 2 на 2...3 мм. Винт расправляют до плоского и фиксируют на валу 2. Для повышения надежности фиксации гребного винта в отверстие вала 2 можно туго вставить отрезок гвоздя или ввернуть шуруп диаметром 2 мм. В заключение скобу 6 крепят к печатной плате 10 винтом 8 и гайкой 9. Винт затягивают так, чтобы с небольшим усилием можно было бы

150

65

SF1

К М1

R5

VT1

Э

К

Б

VD1

R4

C1

R3

R2

R1

1

8

DD1

4

5

C2

SA1

+ GB1

– GB1

Рис. 3



Рис. 4

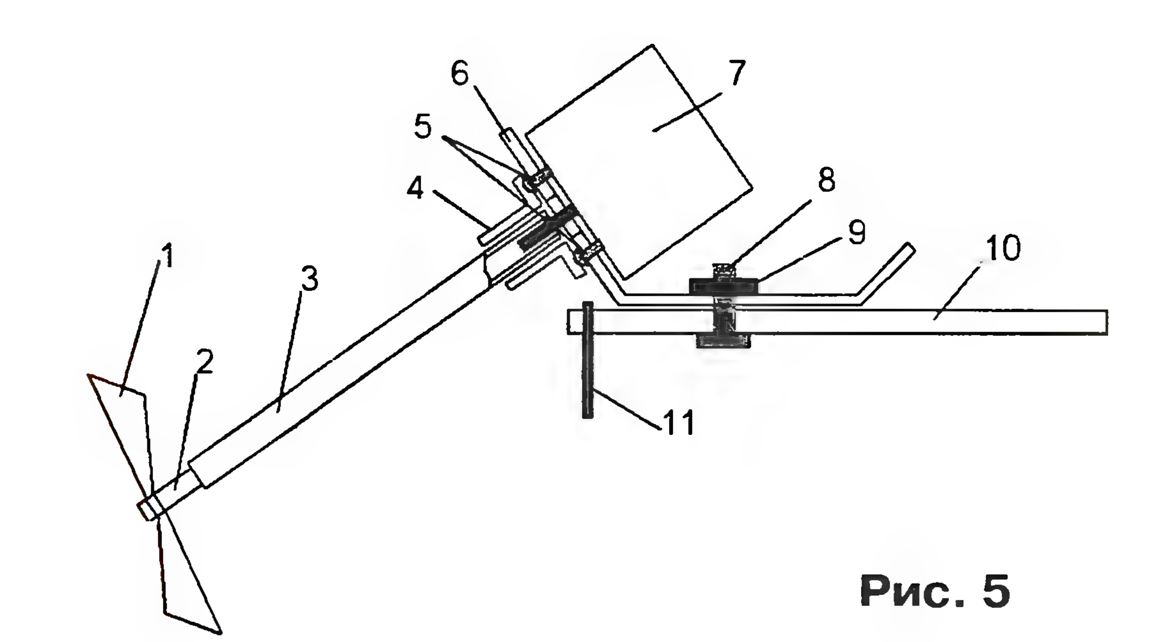


Рис. 5

поворачивать скобу с двигателем, меняя тем самым направление движения катера. С помощью штифтов 11 (всего 6 шт.) плату крепят к корпусу катера, изготовленного из пенопласта.

Скоба для крепления двигателя изготовлена из жести толщиной 0,5...0,7 мм (**рис. 6**). В ней сверлят отверстия: два — диаметром 2 мм для винтов крепления двигателя, одно — 6,5 мм под бортик вала двигателя и еще одно — 3 мм для крепления скобы к плате.

Гребной винт изготавливают из пластиковой бутылки. Ножницами с боковой стенки бутылки вырезают эллипс (**рис. 7**) и в центре шилом или сверлом делают отверстие диаметром немного меньше диаметра гибкого вала, а кончиком ножа — два надреза по краям отверстия. Далее эллипс

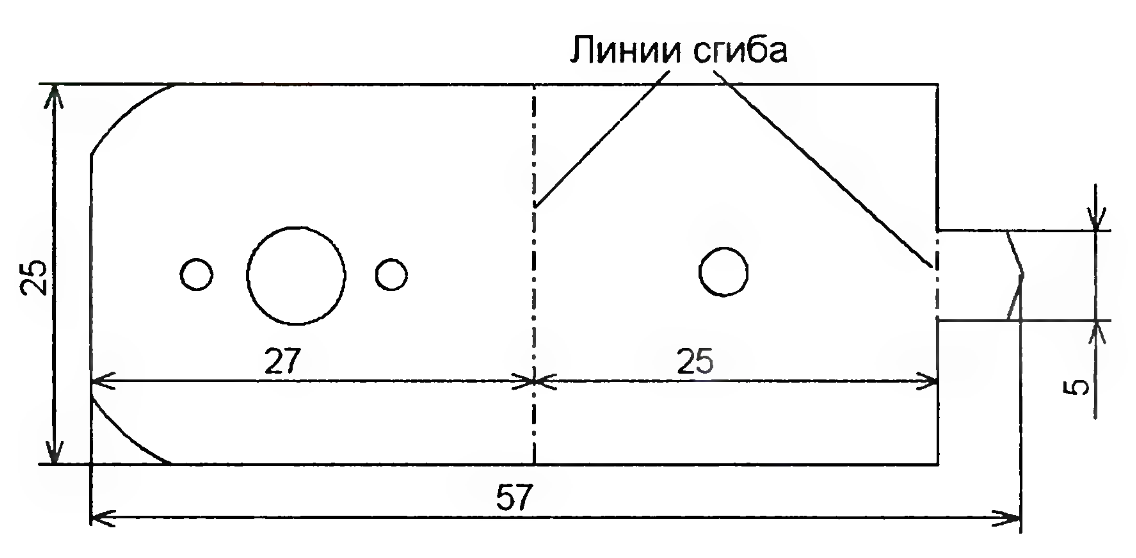


Рис. 6

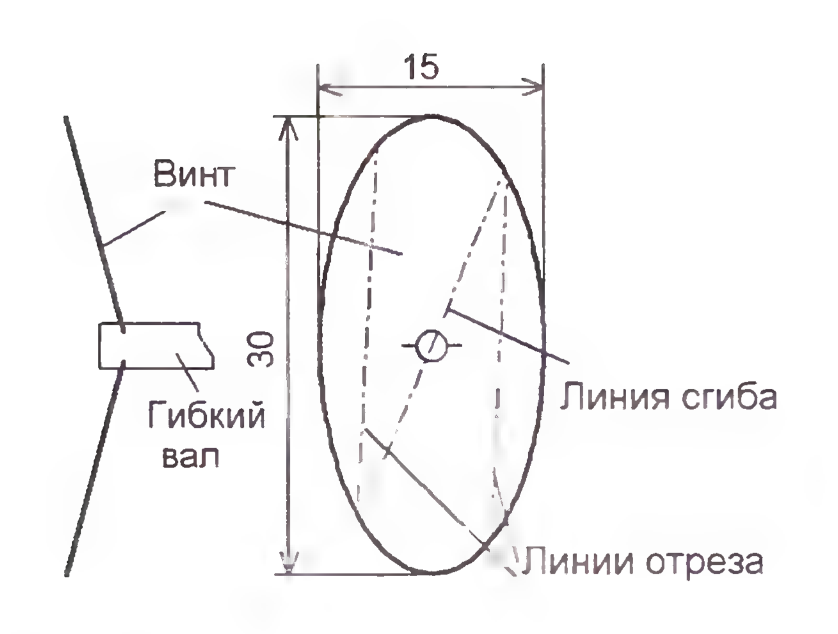


Рис. 7

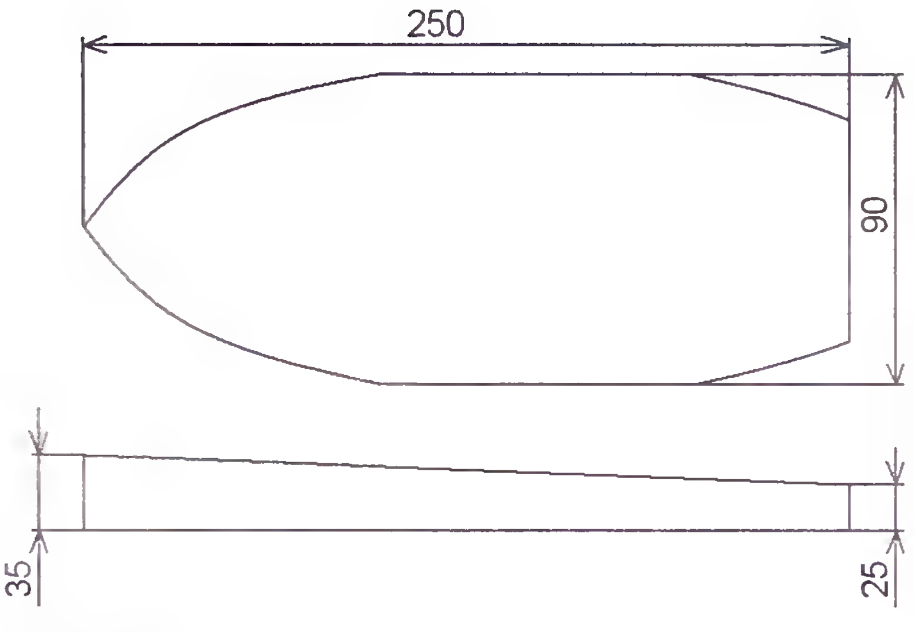


Рис. 8

сгибают по "диагонали" почти до прямого угла и "лишние" части отрезают.

Корпус игрушки изготавливают из листового пенопласта (**рис. 8**). В качестве инструментов можно использовать широкий острый нож, ножовку по металлу или терморезак (тонкая нагретая проволока). Окончательную обработку выполняют среднезернистой наждачной бумагой, наклеенной на плоское основание. Элементы надстройки катера (тоже из пенопласта) прикрепляют к основанию клеем для потолочных (декоративных) плит. В носовой части приклеивают пластину из жести размерами 45×45 мм для фиксации кольцевого ферритового магнита диаметром 35...40 мм от динамической головки. Магнит выполняет не только декоративную роль спасательного круга, но и служит для балансировки горизонтального положения катера на воде. При смещении его по пластине влево (вправо) и вперед (назад) будет соответственно "оседать" левый (правый) борт катера или его нос (корма).

Второй магнит (можно такой же) используют для "пуска" двигателя катера. Его подносят к геркону на расстояние 1...3 мм и тем самым запускают одновибратор. Готовый корпус окрашивают масляной краской (иная может повредить пенопласт). После ее высыхания плату с усилием устанавливают так, чтобы штифты "вошли" в материал корпуса. На этом сборку катера заканчивают.

Налаживание сводится к установке правильной полярности подключения двигателя (иначе катер поплывет назад) и выбору положения носового магнита на пластине. Длительность работы двигателя можно грубо изменить подборкой конденсатора C1. Чтобы повысить управляемость модели, на днище катера можно установить киль.

Охранный сигнализатор на микроконтроллере PIC16F628A

И. КОЛЕГАЕВ, г. Шахты Ростовской обл.

В г. Шахты активно работает кружок "Микроэлектроника" МОУ ДОД СЮТ, руководит которым педагог дополнительного образования Игорь Борисович Колегаев. Кружковцы изучают основы электроники и радиотехники, занимаются конструированием различных приборов. Разработанные ими конструкции неоднократно были отмечены наградами и дипломами городских, областных, всероссийских и международных конкурсов и выставок. В предлагаемой статье описана одна из разработок кружка — охранный сигнализатор.

Существует множество вариантов охранных сигнализаторов. Они работают с различными датчиками — контактными, ИК, дымовыми, газовыми, оптическими и другими. Предлагаемое устройство предназначено для установки на дверь охраняемого помещения и реагирует на любое приближение к нему. Разработкой этого сигнализатора занимались кружковцы Давид Строганов и Иван Угрюмов (**рис. 1**, слева — направо).

Работает устройство следующим образом. На двери установлены кнопки наборного поля, ИК оптопара с открытым оптическим каналом и индикаторы. Если подойти к двери, на цифровом индикаторе (который виден с внешней ее стороны) начинается обратный отсчет времени от 9 с до 0. В этот интервал времени необходимо ввести код. Если он не набран или набран неверно, по истечении указанного временного интервала включится сирена, которая выключится, если от двери отойти. Отсчет времени начнется заново с 9 с при следующем подходе к двери. В дежурном режиме цифра 9 высвечивается постоянно.

Если же за отведенное время код набран верно, включится зеленый светодиод и прозвучит речевое сообщение, заранее записанное в память "электронного диктофона". Длительность сообщения — до 16 или 20 с, в зависимости от используемой микросхемы. Пример: "Сигнализация отключена. Теперь можно пройти в помещение". При отключении питания записанное сообщение сохраняется. Число перезаписей может достигать 100000.



Рис. 1

Рис. 2

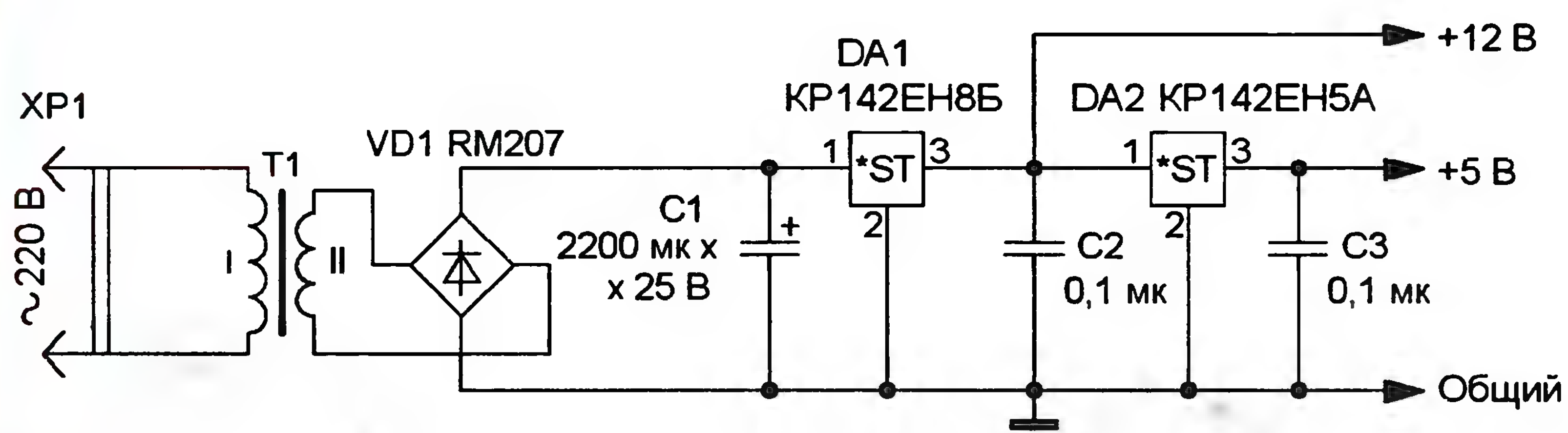


Рис. 3

Схема устройства показана на **рис. 2**. После подачи питающего напряжения светодиод HL1 светит красным цветом, сигнализируя о включении. В качестве источника ИК сигналов использована плата (с излучающим ИК диодом) от пульта дистанционного управления (ПДУ) телевизора, видеомагнитофона, DVD проигрывателя и т. п. Приемником ИК сигналов служит модуль B1. Излучающий диод посылает импульсный сигнал в пространство непосредственно перед входной дверью. Если вблизи нее никого нет, эти импульсы в приемник B1 не попадают и устройство остается в дежурном режиме.

С приближением к двери человека отраженные от него импульсы ИК излучения попадают на приемник B1 и на

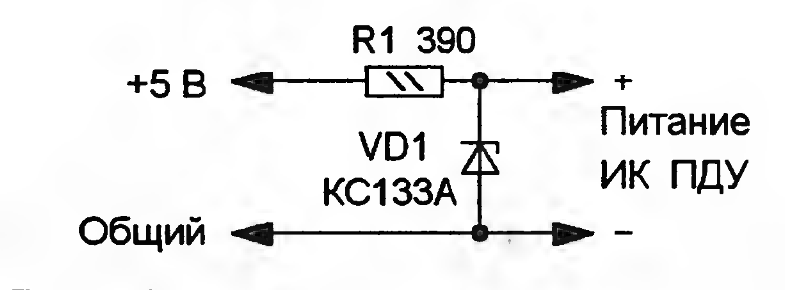


Рис. 4

его выходе формируются импульсные сигналы, поступающие на линию RA4 порта RA микроконтроллера DD2. Он обрабатывает эти импульсы и начинает обратный отсчет времени от 9 с до 0. Информация об оставшемся времени выводится на цифровой индикатор HG1. Код набирают тремя кнопками SB3 "1", SB4 "2" и SB6 "3". Нажатие на кнопку SB5 "4" обнуляет набранный код. Правильный код, записанный в память микроконтроллера DD2, выглядит так: 1-2-3-1-2-1.

Число кнопок наборного поля может быть любым, но не менее четырех. Кнопки с номерами "1", "2" и "3" можно расположить в любом месте наборного поля. Все остальные соединяют параллельно — они работают на обнуление. Чем больше кнопок на поле, тем больше вероятность ошибочного набора кода для посторонних людей.

Если код набран неверно, то по истечении указанного временного интервала на линии RB0 порта RB (вывод 6) микроконтроллера DD2 формируется сигнал высокого уровня, транзистор VT1 открывается и сработавшее реле K1 своими контактами K1.1 подает питание на автомобильную сирену HA1. При верно набранном коде на линии RB3 порта RB (вывод 9) микроконтроллера DD2 формируется короткий импульс низкого уровня, который запускает воспроизведение речевого сообщения из "электронного диктофона" — микросхемы DD1. Длительность сообщения для указанной микросхемы — не более 16 с.

С выхода усилителя ЗЧ DA1 сигнал поступает на динамическую головку BA1. Желаемую громкость можно уста-

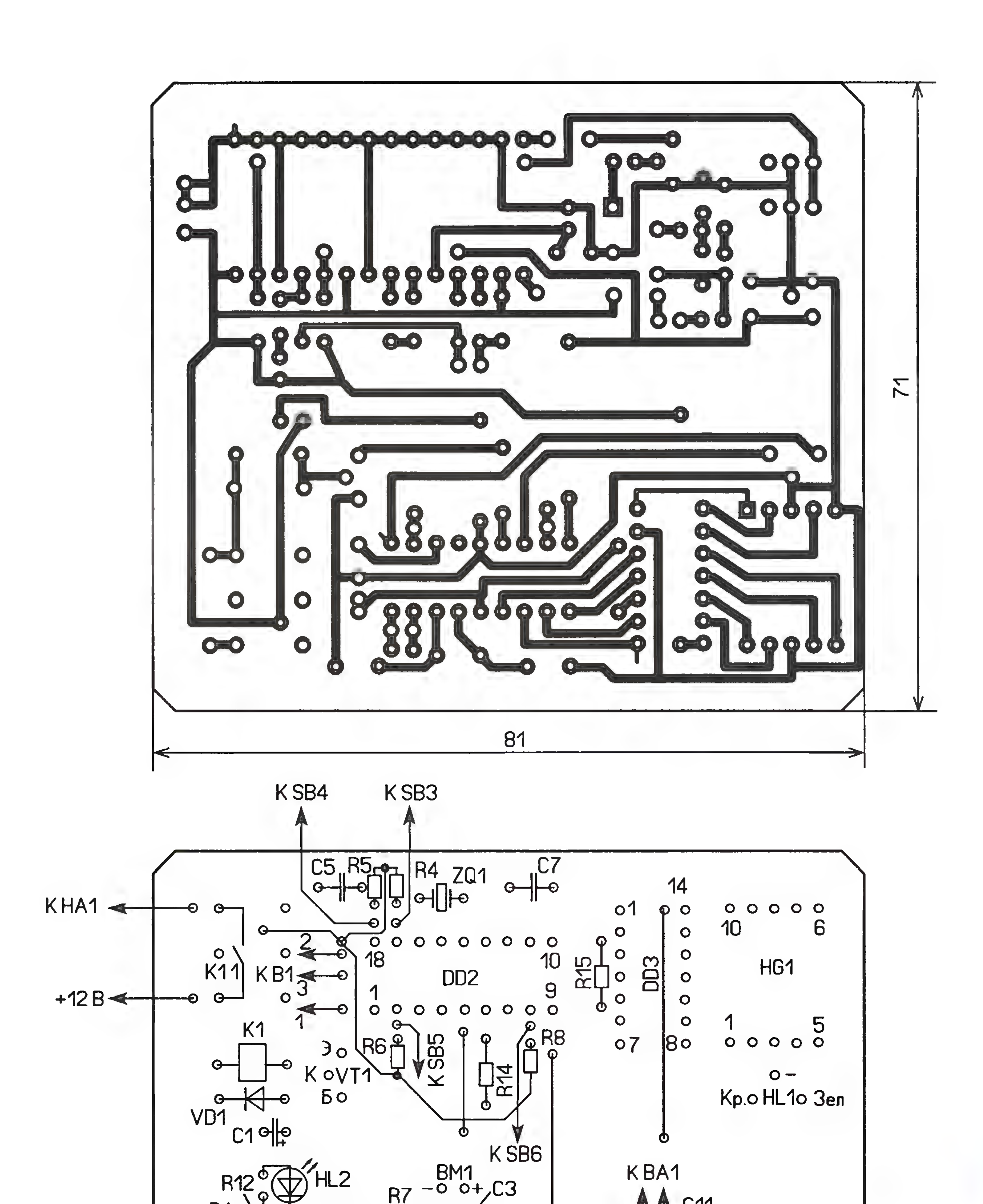


Рис. 5

новить подстроечным резистором R10. Записывают речевое сообщение при нажатии на кнопку SB1 и удерживании ее на время записи. Во время записи светит светодиод HL2. Кнопка SB2 служит для прослушивания записанной информации.

Питается устройство от сетевого стабилизированного блока питания (см. схему на **рис. 3**), содержащего понижающий трансформатор Т1, выпрямитель на диодном мосте VD1, сглаживающий конденсатор С1 и два стабилизатора напряжения DA1 и DA2. Плату ПДУ питают от стабилизатора напряжения 3,3 В, схема которого показана на **рис. 4**.

В сигнализаторе применены постоянные резисторы МЛТ, ВС, С2-23, подстроечный — СП3-34, оксидные конденсаторы — К50-35 или импортные, остальные — К10-17, КМ-5. Транзистор КТ315Б можно заменить на любой из серии КТ3117. Микросхема ISD1416P заменима на ISD1420P, при этом увеличится максимальная продолжительность записи с 16 с до 20 с.

Микрофон — МКЭ-332 или аналогичный (подойдет от сотового телефона). Динамическая головка может быть любой мощностью 0,5...4 Вт с сопротивлением катушки 4...8 Ом. Двухцветный светодиод GNL3015GW заменим на GNL3010EGW, а АЛ307БМ — на любой красного цвета свечения. Индикатор HDSP-4205 — с общим катодом, взамен него можно применить аналогичный, но это, возможно, потребует корректировки печатной платы. Если применить индикатор с общим анодом, взамен преобразователя кода КР514ИД1 следует установить КР514ИД2 и токоограничивающие резисторы. В блоке питания применен трансформатор ТП112-7, но подойдет и другой, такой же мощности, с напряжением на вторичной обмотке 13...15 В при токе до 0,5 А. Реле — SRC-12VDC-SL, кнопки SB1 — PS-845L, SB2—SB6 — TC-A109.

Все три печатные платы изготовлены из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 1,5...2 мм. Большинство деталей установлены на основной плате, чертеж которой показан на **рис. 5**, а внешний вид — на **рис. 6**. При монтаже платы в первую очередь необходимо впаять все проволочные перемычки, поскольку некоторые из них расположены под корпусами микросхем и реле. Кнопки наборного поля (**рис. 7**) смонтированы на печатной плате, чертеж которой изображен на **рис. 8**. Все элементы блока питания (см. рис. 3), включая трансформатор, монтируют на печатной плате, фото которой представлено на **рис. 9**, а чертеж — на **рис. 10**.

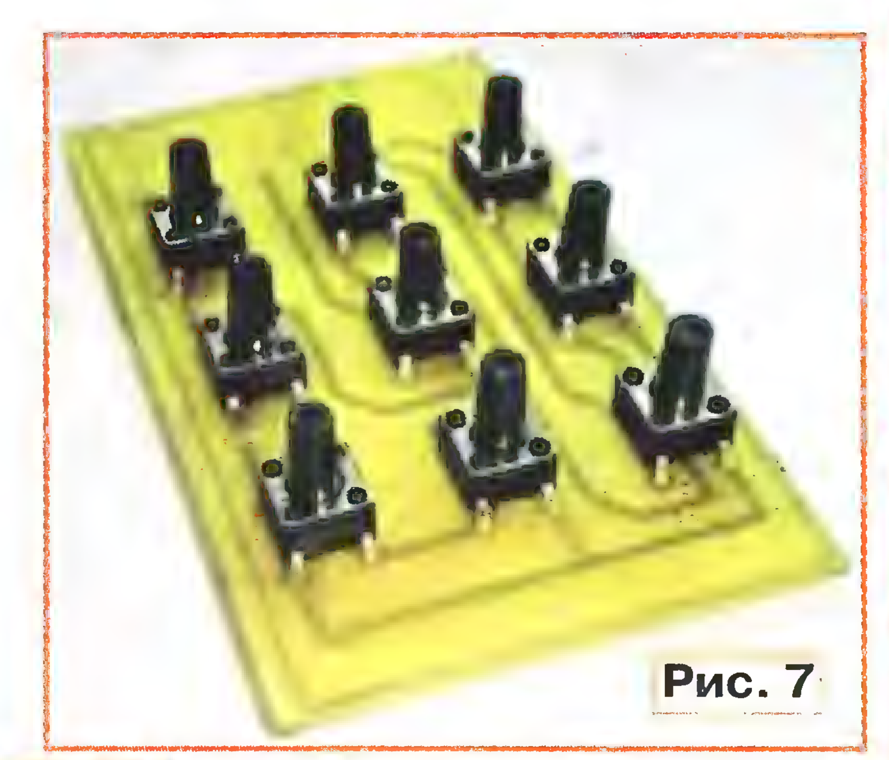


Рис. 7

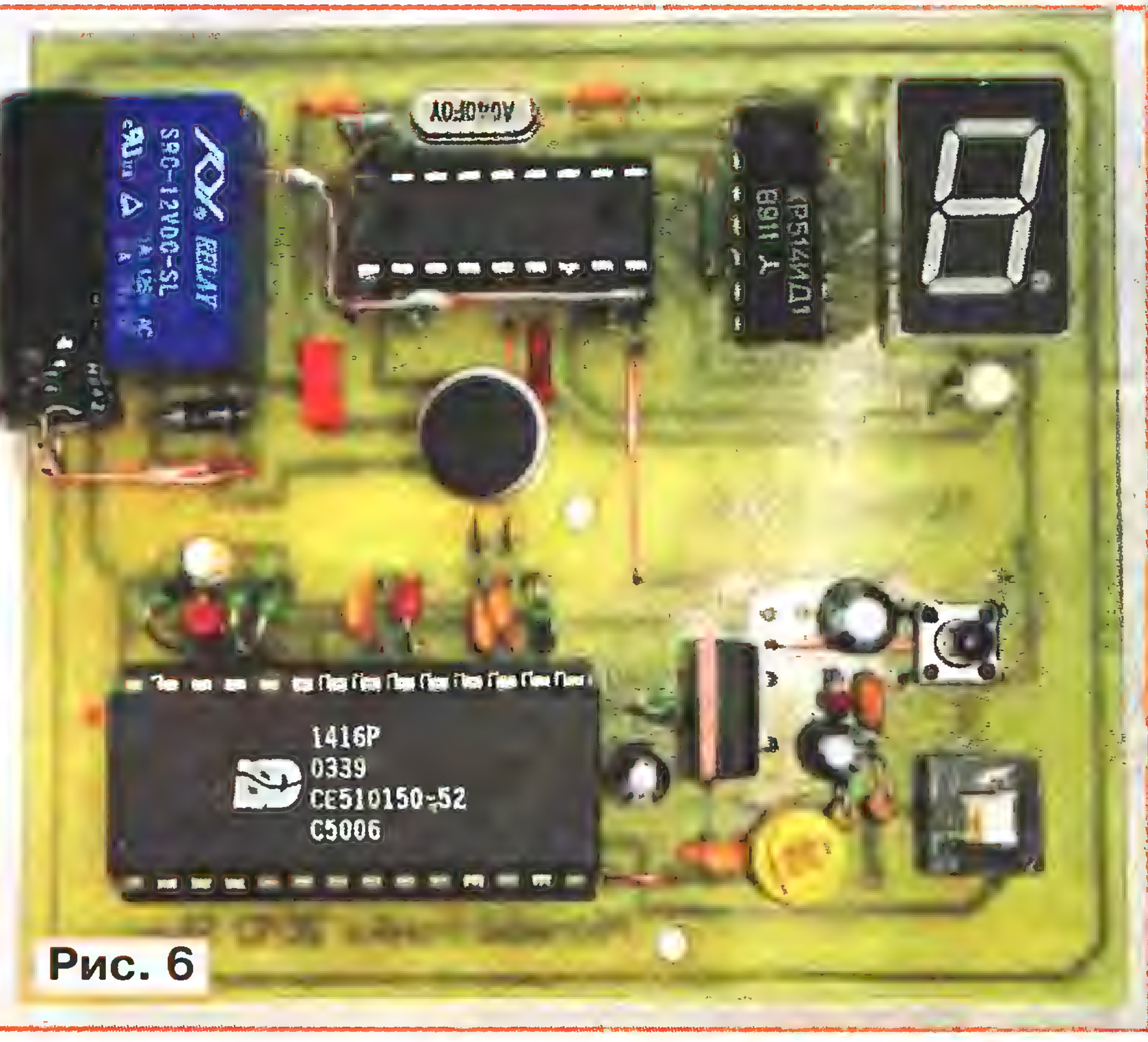


Рис. 6

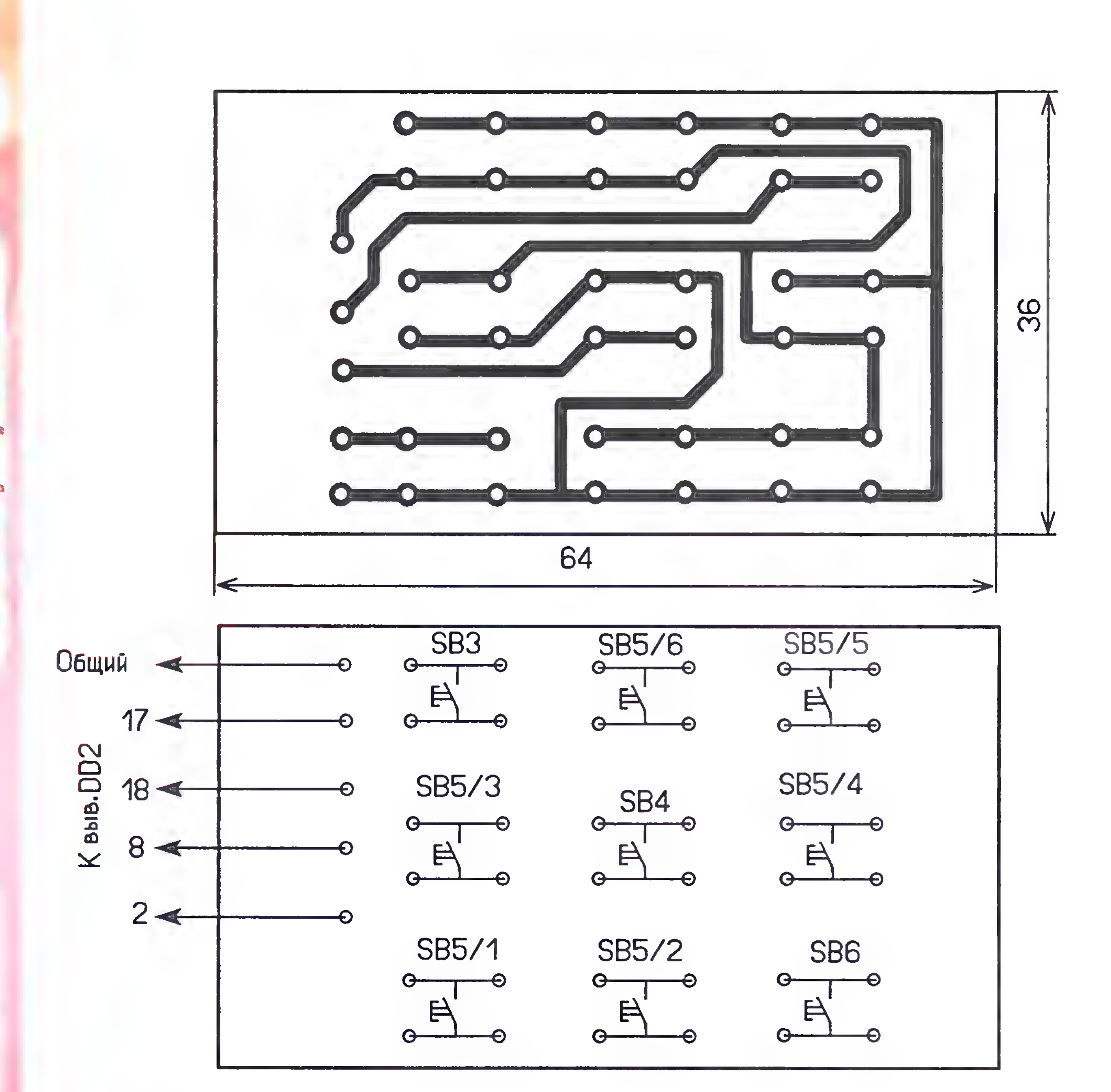


Рис. 8

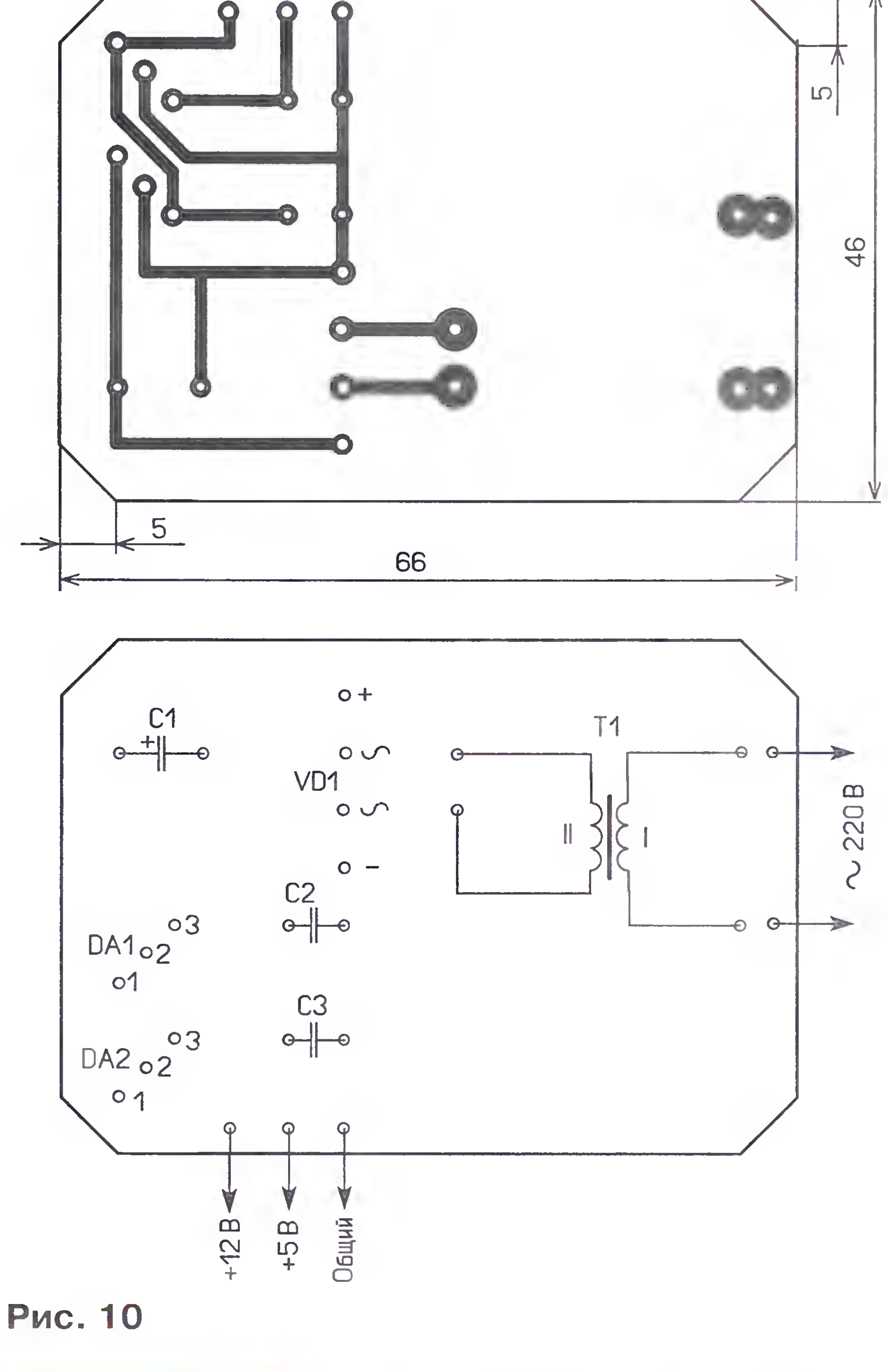


Рис. 10

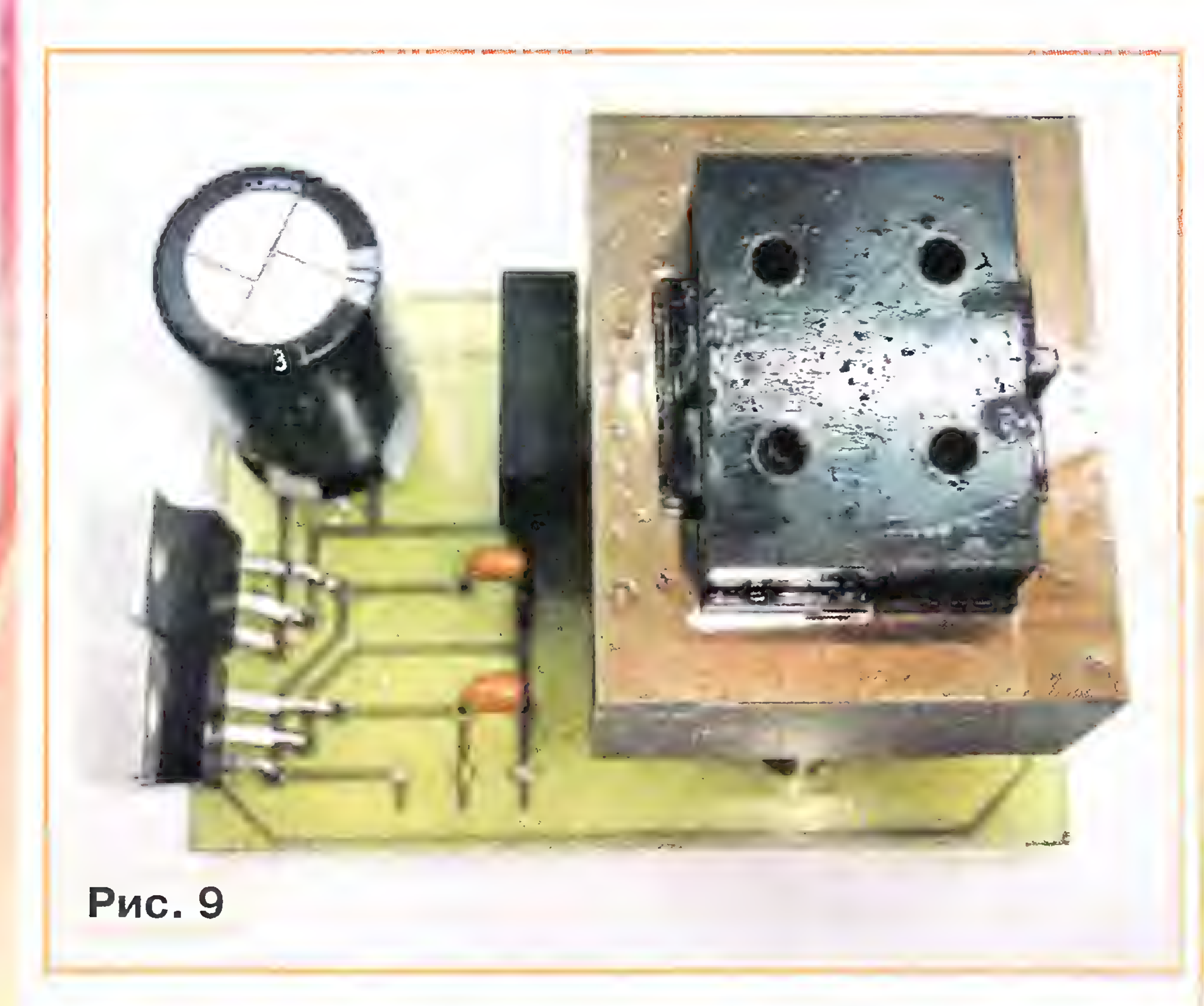

Рис. 9


Рис. 12


Рис. 11

При программировании микроконтроллера в его конфигурации устанавливают метки напротив битов HS и PWRTE, а у остальных убирают.

Основную плату помещают в пластмассовый корпус размерами 170×95×35 мм, закрепляемый с внутренней стороны двери. На передней панели предусматривают отверстия для цифрового индикатора, элементов оптопары, светодиодов, кнопок и динамической головки. Плату ПДУ извлекают из корпуса и соединяют проволочной перемычкой контакты одной из кнопок чтобы ИК импульсы излучались постоянно. Элементы стабилизатора напряжения (см. рис. 4) располагают на этой же плате

На **рис. 11** показан выставочный вариант устройства, поэтому для удобства демонстрации оптопара расположена в выносной стойке. В рабочем варианте излучающий диод и приемник B1, разделенные светонепроницаемой перегородкой (**рис. 12**), должны находиться на лицевой панели корпуса. Плата блока питания установлена в отдельный пластмассовый корпус подходящего размера.

На случай отключения электроэнергии в сети можно применить аварийное питание от аккумуляторной батареи напряжением 12 В и емкостью не менее 1 А·ч. Для этого между выходом стабилизатора DA1 (вывод 3 на рис. 3) и конденсатором C2 устанавливают диод 1N5819 (катодом к C2), плюсовой вывод батареи соединяют с конденсатором C2 через такой же диод (катодом к C2), а минусовый — с общим проводом.

От редакции**. Программы для микроконтроллера находятся на нашем FTP-сервере по адресу* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2011/04/ohrana.zip>

DuK

НА ЛЮБИТЕЛЬСКИХ ДИАПАЗОНАХ

Награды участникам Мемориала "Победа-66"

Тридцать пять лет назад редакция журнала "Радио" стояла у истоков радиоэкспедиции "Победа", которая со временем стала Мемориалом "Победа". Первые годы редакционная радиостанция UK3R была главной радиостанцией этого Мемориала. На протяжении всей его истории редакция журнала учреждала памятные призы для его участников. Последние годы это были призы в группах участников "ветераны трудового фронта" и "индивидуальные радиостанции".

С этого года Мемориал "Победа" СРР проводит по новому положению. Редакция журнала "Радио" также приняла решение внести изменения в свою наградную программу по итогам Мемориала "Победа-66".





Памятная QSL главной радиостанции Мемориала "Победа" (1980 г.).

Всего будет присуждено шесть памятных плакеток. Две из них в ветеранских группах участников — лучшим среди ветеранов Великой Отечественной войны и среди тружеников трудового фронта. Остальные четыре — за активное участие в Мемориале в группах "индивидуальные радиостанции", "индивидуальные молодёжные радиостанции", "коллективные радиостанции" и "коллективные молодёжные радиостанции".

На плакетки в этих четырёх группах могут претендовать те, кто по итогам Мемориала попадает в десятку лучших в соответствующих группах. Критерием активного участия будет число различных мемориальных и ветеранских радиостанций, с которыми установлены радиосвязи. В зачёт для получения плакеток с каждой мемориальной и ветеранской станции пойдут по две связи: одна — телеграфом и одна — телефоном независимо от диапазонов, на которых они установлены. При равном числе этих связей преимущество будет иметь участник, у которого будет большее число связей по программе Мемориала.

Помним Чернобыль

Чтобы получить диплом **"Чернобыль"**, необходимо набрать 100 очков за связи с радиолюбителями регионов России, Украины и Беларуси, пострадавшими при Чернобыльской катастрофе. Радиосвязи с членами Ассоциации радиолюбителей "Союз — Чернобыль" дают по 5 очков, со специальными радиостанциями — по 10 очков, с радиолюбителями областей Украины (R, U, X), России (3E, 3P, 3X, 3Y) и Беларуси (EW7, EW8) — по 1 очку. За QSO, проведенные 26 апреля (день катастрофы на ЧАЭС) и 14 декабря (украинский День ликвидаторов аварии) очки удваиваются.

В зачёт идут радиосвязи, проведенные на любых любительских диапазонах любым видом работы начиная с 26 апреля 1986 года. Повторные QSO не засчитываются.

Заявку составляют в виде выписки из аппаратного журнала, которую заверяют у двух коротковолновиков. Стоимость диплома (с учетом почтовых затрат) для украинских радиолюбителей — 10 гривен, для радиолюбителей из других стран — эквивалент 3 USD. Оплату производят почтовым переводом в адрес менеджера диплома: Владимир Анайко (UX5IZ), аб. ящ. 60, г. Курахово, Донецкая обл., 85612, Украина. На этот же адрес высылают заявку и копию квитанции об оплате диплома. Контактный e-mail: **<ux5iz@ukr.net>**.

Диплом выдается на аналогичных условиях и наблюдателям.

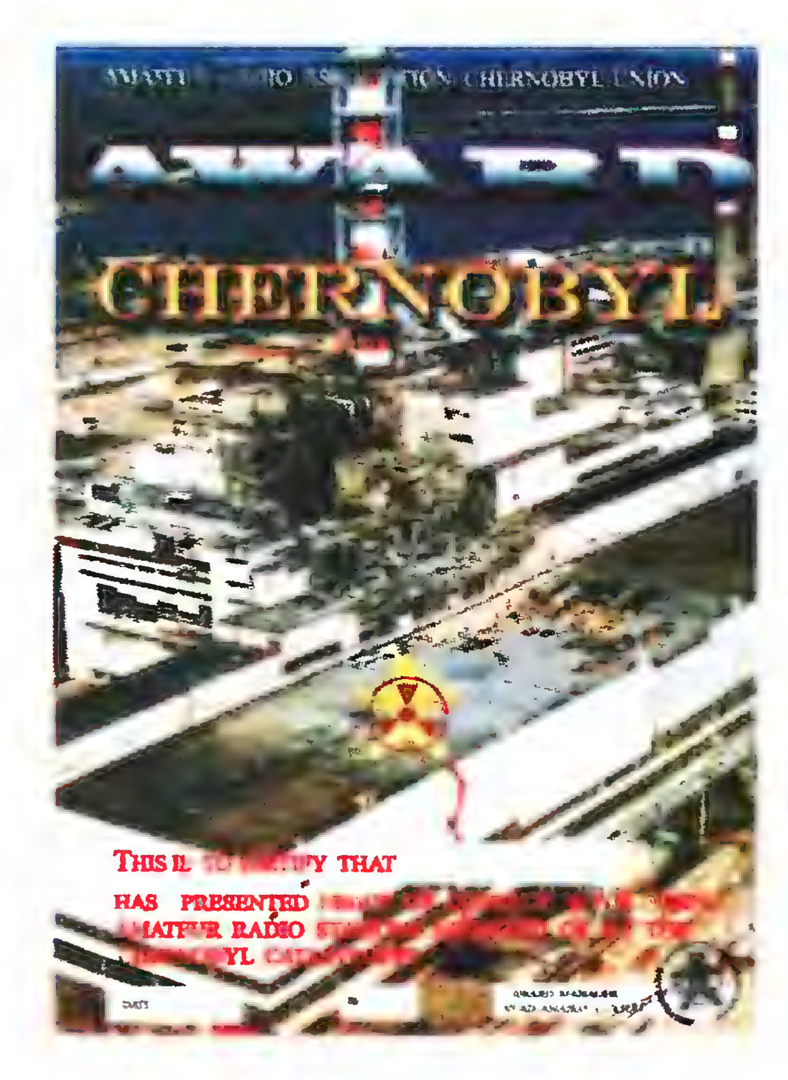
В минувшие годы по программе этого диплома работали следующие специальные радиостанции (все в апреле соответствующего года):

— RK3CH, RK3Y, RK5CH, RK5HQ (1990 г.);

— EM10C, EU10C, EV1D, EV1G, EV1R, EI10U, R3CH (1996 г.);

— EN5US (1997 г. и 1998 г.);

— EN23RW (2000 г.);



— EN15UC (2001 г.);
— EM0U/p (2004 г.);
— EM20U, EN20CNPP, EN20CU, EN20UR, EN20UU. EN20UN. EN20UW, UE3XAA (2006 г.).

Как уже сообщалось, в нынешнем 2011 году ожидается работа специальных радиостанций EM25U, EM25UC, EN25CNPP и EO25IZ.

Вот список действующих членов Ассоциации радиолюбителей "Союз — Чернобыль" (по состоянию на начало февраля этого года).

Вне Украины: **ER4**OG; **EU1**DR; **EW7**FV; **K7**UWN; **KN7**K; **LY2**JI; **RA1**ALA, TK; **RA3**RKU, VK, YR; **RA6**AGC; **RN3**DA; **RU3**GP; **RV3**LT, LU; **RV6**ABL, LMG; **RW1**AQ; **RW3**WM, WV, XX; **RZ3**CC; **RZ6**LE; **RZ9**AO; **UA1**CUM; **UA3**LNQ, WDO, X; **UA4**AKA, AMN, YAW; **UA6**AMX, APO, ASC, LJF, **UA9**CCN, OAI, OMS, XCM; **UB9**AAJ; **UN7**AT.

Украина: **U5**UD; **UR0**CB, HA, UP; **UR3**CFB, HR, IGH, INM, IOO, MN, QL, UR; **UR4**EJ, GK, LFG, LY, MPG, MXA (коллективный член), UBX, UC, UT; **UR5**ERS, HMN, HVZ, IOT, KAX, KDT, MGO, MGV, RHG, TO, ZMF, **UR6**MG; **UR7**UK, UO; **UR8**IV, MG; **US1**ML; **US2**MA; **US3**QW; **US4**CU, ICT; **US5**AFI, CW, EHB, ERV, IDM, HO, MH, MFZ; **US7**KC; **US8**IZ; **UT0**MD; **UT1**HB, HD, MI, QC, UT, WL, WPR; **UT3**ET, EX, UR, UW, UZ; **UT5**EA, EM, UA, UKD, ULK, UPR; **UT6**UM, UV; **UT7**IN, LO; **UU4**JA, JG; **UX0**IY; **UX2**MD, RZ; **UX3**UN; **UX4**CZ, MP, UU; **UX5**IZ; **UY1**MB; **UY2**RO; **UY5**HK, QD, XE.

Дальние станции

Венгерские радиостанции со специальными позывными HG2011A, HG2011E, HG2011EU, HG2011I, HG2011N, HG2011O, HG2011P, HG2011R и HG2011U будут работать до 30 июня в связи с председательством Венгрии в Совете Европейского союза. Все QSO будут автоматически подтверждены через бюро. За связи с этими радиостанциями учрежден диплом, который будет выдаваться бесплатно. Подробности можно найти на сайте **<www.mrasz.hu>**.

До начала сентября VK2GR и его жена VK2FXGR будут активны в эфире под позывным P29CW из западной провинции Папуа-Новая Гвинея. Они используют малую мощность на диапазонах 10—80 метров CW, RTTY и SSB в свободное от волонтерской работы время в рамках проекта по оказанию медицинской помощи организации Australian Doctors International. QSL via VK2IR, а eQSL и логи будут выложены по адресу **<http://www.p29cw.blogspot.com>**.

В связи с 20-летием Holyland Contest из Израиля будут работать радиостанции со специальными позывными 4X20HC и 4Z20HC. QSL via 4Z4TL. В 2011 г. этот контест будет проходить 15—16 апреля (см. **<www.iarc.org>**).

DH1BL проведет ближайшие три года на о. Майотта. Сейчас он активен как FH/DH1BL, но рассчитывает получить в ближайшее время позывной с префиксом FH. QSL via DL7BC, direct или через бюро.

Радиостанция со специальным позывным HB60LU будет работать до 31 декабря в связи с 60-летием секции USKA швейцарского кантона Люцерн. QSL via HB9DWL, LoTW и eQSL. Информацию о дипломе Old Lucerne можно найти на сайте **<www.award. b9lu.qrv.ch>**.

Уточнены даты экспедиции на остров Ян-Майен. Она пройдёт 6—14 июля. Экспедиция будет использовать позывной JX7VPA, работать CW, RTTY/PSK и немного SSB на диапазонах 6—30 метров. Работа на диапазонах 160 и 80 метров вообще не планируется, а диапазон 40 метров также может быть "закрыт" в это время года. Все подробности будут размещены на сайте экспедиции **<http://janmayen2011.org>**.

В московском Центре социальной помощи семье и детям "Печатники" в феврале прошёл открытый семинар организаторов радиоспортивной работы с молодёжью и спортивных судей Московской области и г. Москвы, организованный Московским областным отделением СРР. В его работе приняли участие представители 16 районов области, а также представители городской организации СРР.

Приветствуя участников семинара, директор Центра Дина Константиновна Ковальчук подчеркнула важность развития радиоспорта как средства воспитания трудных подростков – одной из основных задач Центра.

В рамках семинара состоялось вручение по итогам прошедшего года радиолюбителям области спортивных наград, установленных областным отделением СРР, а также грамот Мособлспорткомитета и Минсвязи области, благодарственных писем областной думы. Редакция журнала "Радио" отметила за успехи в работе коллектив школьного радиокружка г. Раменское годовой подпиской на журнал.

После информации по актуальным организационным вопросам радиолюбительства в стране прошёл "круглый стол", на котором обсуждалась ситуация с развитием детского радиоспорта в Московской области и г. Москве и пути совершенствования этой работы.



Директор Центра Дина Константиновна Ковальчук приветствует участников семинара.

Два вида "балунов" — какой лучше?

В антенной технике широко применяют элементы, которые в радиолюбительской среде принято называть "балунами" (BALUN — от английского "balanced-to-unbalanced transformer"). Они позволяют запитывать антенны с балансным (симметричным) входом коаксиальной линией. Известны два типа таких элементов, которые часто называют "BALUN по напряжению" (voltage BALUN) и "токовый BALUN" (current BALUN). Распространено мнение, что их использование позволяет исключить токи по внешней оплётке коаксиального кабеля. Появление этих токов порождает, в частности, так называемый "антенно-фидерный эффект". В статье "BALUN по напряжению против токового BALUN — победитель только один" (Ian White. Voltage baluns versus current baluns — there's only one winner. — RadCom, 2009, December, p. 41, 42) есть интересный сравнительный анализ этих двух типов элементов.

На **рис. 1** приведена идеальная картинка того, как выглядит дипольная антенна с симметричным входом и симметричным питанием. Цветные линии условно показывают распределение электрического поля вблизи такой антенны. Обратите внимание, фидерная линия идёт вниз строго перпендикулярно полотну антенны, но и в этом случае она попадает в зону действия поля антенны. Иными словами, требования симметрии распространяются не только на саму антенну, но и окружающие её предметы. Более реальную ситуацию иллюстрирует **рис. 2**, где поле идеальной антенны искажено влиянием строений, мачт и иных металлических предметов, а также несимметричным расположением фидерной линии. Заметим, что наклонное полотно антенны (sloper) также искажает идеальную картину распределения поля, поскольку разные его участки находятся на разном удалении от земли.

Асимметрия поля приводит к появлению напряжений и токов в проводниках, окружающих антенну. Она приводит к искажению её диаграммы направленности, что радиолюбитель вряд ли заметит, но результирующая асимметрия в точке питания антенны обуславливает появление в фидерной линии синфазных ВЧ токов. А это порождает множество проблем, которые радиолюбитель уже заметит. Таких, например, как искажение сигнала из-за подвозбуждения передатчика, помехи бытовой радиоэлектронной аппаратуры при передаче и высокий уровень импульсных помех при приёме. В большей или меньшей степени эти проблемы имеют решение. И это решение лежит в подавлении синфазных ВЧ токов в фидерной линии.

Если такие токи присутствуют, фидерная линия начинает излучать при передаче (т. е. становится частью антенны). Так, эти токи проникают в помещение радиостанции, наводятся на всех металлических проводниках, начиная от сетевой проводки, телефонных линий и тому подобное. Более того, все домашние проводки сегодня в значительной степени "заражены" импульсными помехами и соответствующие им токи "в обратном направлении" проникают уже на вход приёмника. Синфазные токи в фидерной линии в основном возникают в точке, где фидерная линия соединяется с антенной. И в значительной степени их может устранить "токовый BALUN".

На **рис. 3** показан узел в точке питания антенны по коаксиальной фидерной линии. Высокочастотные токи в самой линии хорошо экранируются из-за скин-эффекта — проблемы возникают на её конце. Токи I1 (по центральному проводнику) и I2 (по внутренней поверхности оплётки) — обычные токи в коаксиальной линии. Они равны по величине и противоположны по направлению, т. е. I1=–I2. Токи I4 и I5 — токи соответственно в левой и правой половинах диполя, причём I4=I1, поскольку это токи в одном проводнике. Точка X — точка соединения внутренней и внешней сторон оплётки коаксиального кабеля с правой половиной диполя. В этой точке I5=I2–I3, где I3 — ток по внешней стороне оплётки коаксиального кабеля. Из этого следует, что токи I4 и I5 не равны и различаются как раз на величину тока I3. Другими словами, если по какой-то причине токи в половинах диполя не равны (это может быть по разным причинам), ток, составляющий их разницу, потечёт по внешней стороне оплётки, т. е. проблемы всегда начинаются в том месте, где фидер подключается к антенне.

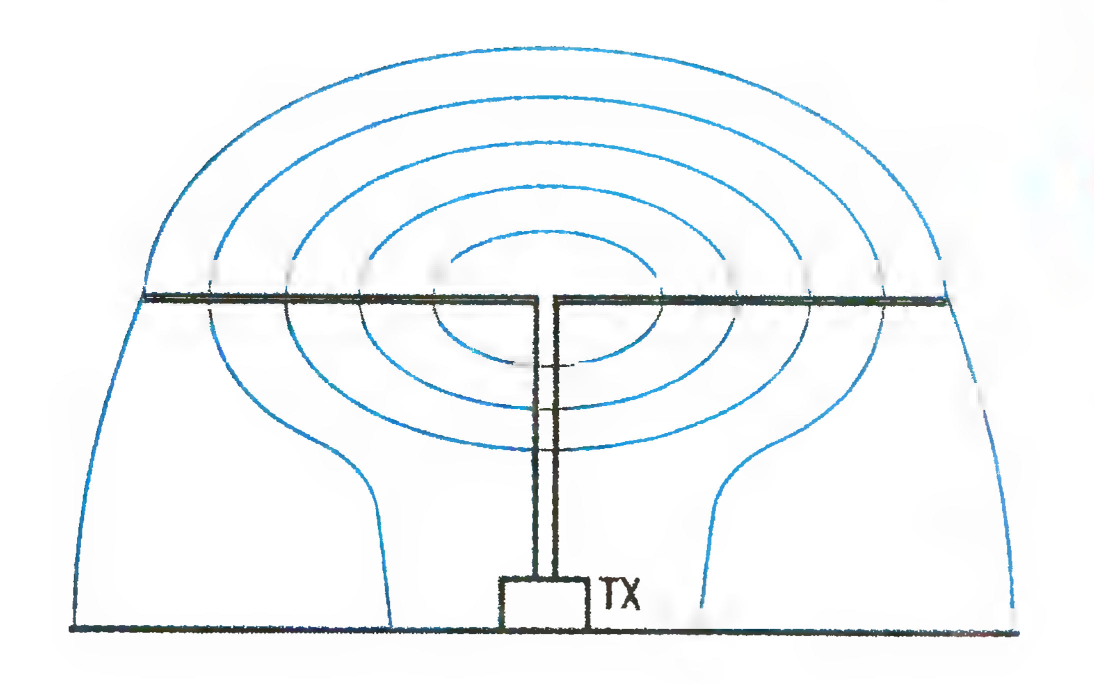


Рис. 1

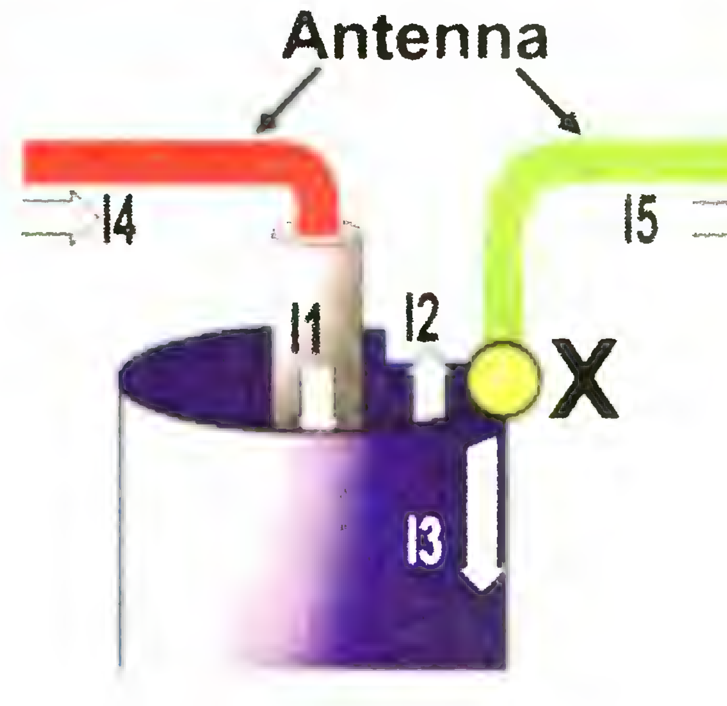


Рис. 3



Рис. 4

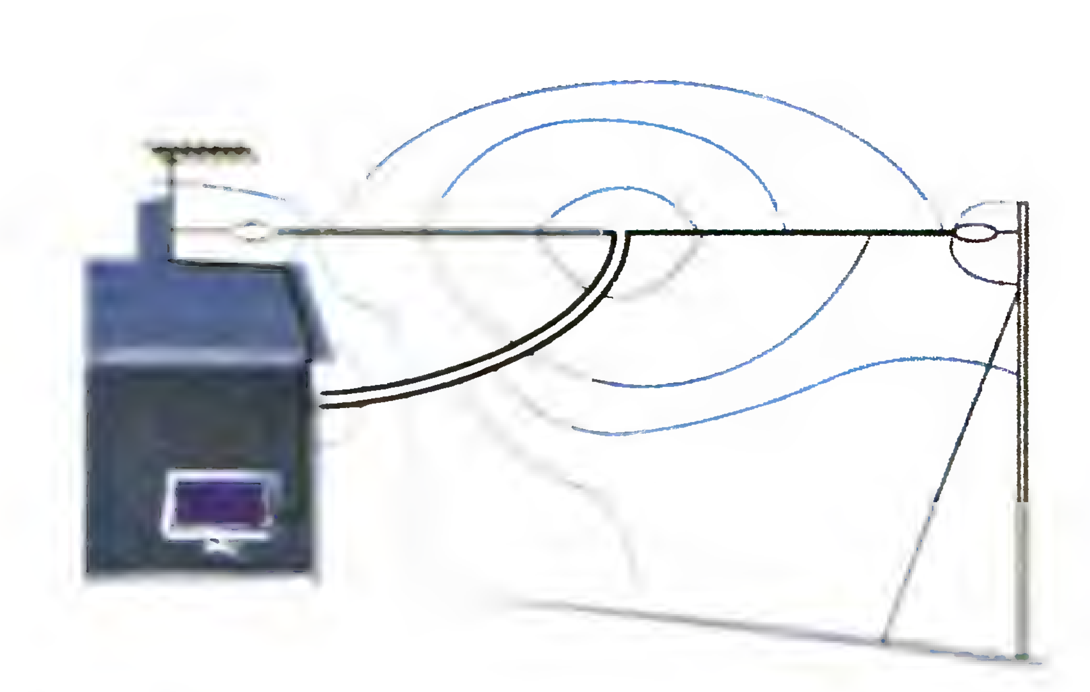


Рис. 2

В идеальном случае симметрии ток I3 отсутствует, но только в этом случае. При малейших следах асимметрии появляется синфазный ток по оплетке кабеля. Более того, подробный анализ показывает, что он практически всегда возникает, даже если и используется "BALUN по напряжению".

Вариантов исполнения BALUN такого типа существует несколько. Один из них с коэффициентом трансформации по сопротивлению 1:1 приведен на **рис. 4**. Трансформатор содержит три одинаковые обмотки. При подаче на его

вход напряжения U на обмотках II и III, к которым подключены нагрузки (половинки диполя), возникает напряжение U/2 — получается симметричный относительно общего провода ("земли") выход. Всё хорошо, но только до того момента, пока сопротивления этих нагрузок равны.

Если антенна не идеально симметричная, нагрузки у обмоток II и III трансформатора будут разные. А этот вариант BALUN по физике своей работы будет стремиться уровнять на них напряжения. Это, в свою очередь, неизбежно приведёт к разным токам в нагрузке (т. е. разным I4 и I5 на рис. 3) и, следовательно, к появлению тока в "земляном" проводнике (внешней стороны оплётки коаксиального кабеля). Иными словами, такой BALUN при несимметричной нагрузке будет стимулировать появление синфазного тока, вместо того чтобы его подавлять. Это, конечно, несколько упрощенное представление, но и строгий анализ в этом случае даёт подобный результат.

Передача высокочастотной энергии через устройство со связью через магнитный поток накладывает свои ограничения (в частности, на выбор материала для магнитопровода). Более того, подобные устройства не любят несогласованных нагрузок. Но главное, что они могут вовсе не улучшить ситуацию с синфазными токами на оплётке кабеля. Эту задачу лучше решает "токовый BALUN". Он к тому же может улучшить и симметрию в точке питания антенны.



Рис. 5

Один из вариантов такого BALUN показан на **рис. 5**. Он представляет собой обмотку на тороидальном магнитопроводе из феррита, выполненную из коаксиального кабеля фидера. Такая обмотка не влияет на токи, протекающие внутри коаксиального кабеля, но она эффективно отсекает токи по внешней стороне его оплётки. Это, по существу, дроссель, поэтому в отечественных источниках его часто так и называют. Этот дроссель не может, конечно, устранить все проблемы, связанные с антенным эффектом фидера, но заметно уменьшает вероятность их появления.

Более того, существенно уменьшая синфазную составляющую тока по внешней стороне оплетки, он тем самым выравнивает токи в половинках антенны в точке ее питания, т. е. в какой-то мере восстанавливая симметрию антенны. Иными словами, подключённый в точке питания антенны он действительно выполняет функцию не только просто дросселя, но ещё и функцию BALUN.

Не следует забывать, что такой элемент целесообразно устанавливать и в том месте, где фидер входит на радиостанцию. Никакого симметрирования он в этом случае давать не будет — он работает чисто как дроссель. Дело в том, что прямые наводки с полотна антенны на фидер также могут приводить к появлению токов на его внешней стороне оплётки, которые, естественно, могут вызывать нежелательные эффекты.

Материал подготовил
Б. СТЕПАНОВ



Новости

Состоялось заседание Государственной комиссии по радиочастотам, на котором было внесено изменение в решения ГКРЧ от 15 июля 2010 г. 10-07-01 "О выделении полос радиочастот для радиоэлектронных средств любительской и любительской спутниковой служб". Было также принято решение о присоединении администрации связи Российской Федерации к рекомендациям T/R 61-01 "Лицензия радиолюбителя стран-членов СЕПТ" и ECC/REC/(05)06 "Радиолюбительская лицензия СЕПТ новичка (CEPT NOVICE)" Комитета по электронным средствам связи Европейской конференции администраций почт и электросвязи. Администрация связи РФ в ближайшее время подготовит и направит письмо в СЕПТ о присоединении к рекомендациям T/R 61-01 и ECC/REC/(05)06.

Президент Российской Федерации Д. А. Медведев подписал Федеральный закон № 20-ФЗ "О внесении изменений в Федеральный закон "О физической культуре и спорте в Российской Федерации". Законом устанавливается, что региональной спортивной федерацией может быть структурное подразделение общероссийской спортивной федерации без приобретения им статуса юридического лица.

На прошедшей в Женеве (Швейцария) подготовительной встрече администраций связи стран-участниц МСЭ к Всемирной радиоконференции (WRC) 2012 года пленарное заседание приняло решение поддержать выделение для любительской службы полос частот в диапазоне 500 кГц (вопрос 1.23 повестки WRC).

Президиумом СРР утвержден новый состав комитета Союза радиолюбителей России по спортивной радиопеленгации, в который вошли Куликов А. Ф. — председатель (Ленинградская область), члены комитета: Годунова С. В. (Владимирская область), Гулиев Ч. К. (Московская область), Зеленский К. Г. (Ставропольский край), Князев С. Ю. (Самарская область), Мельникова Т. К. (Владимирская область), Попов С. Ю. (г. Москва), Тимченко Д. Н. (ХМАО), Фисенко А. Б. (г. Санкт-Петербург).

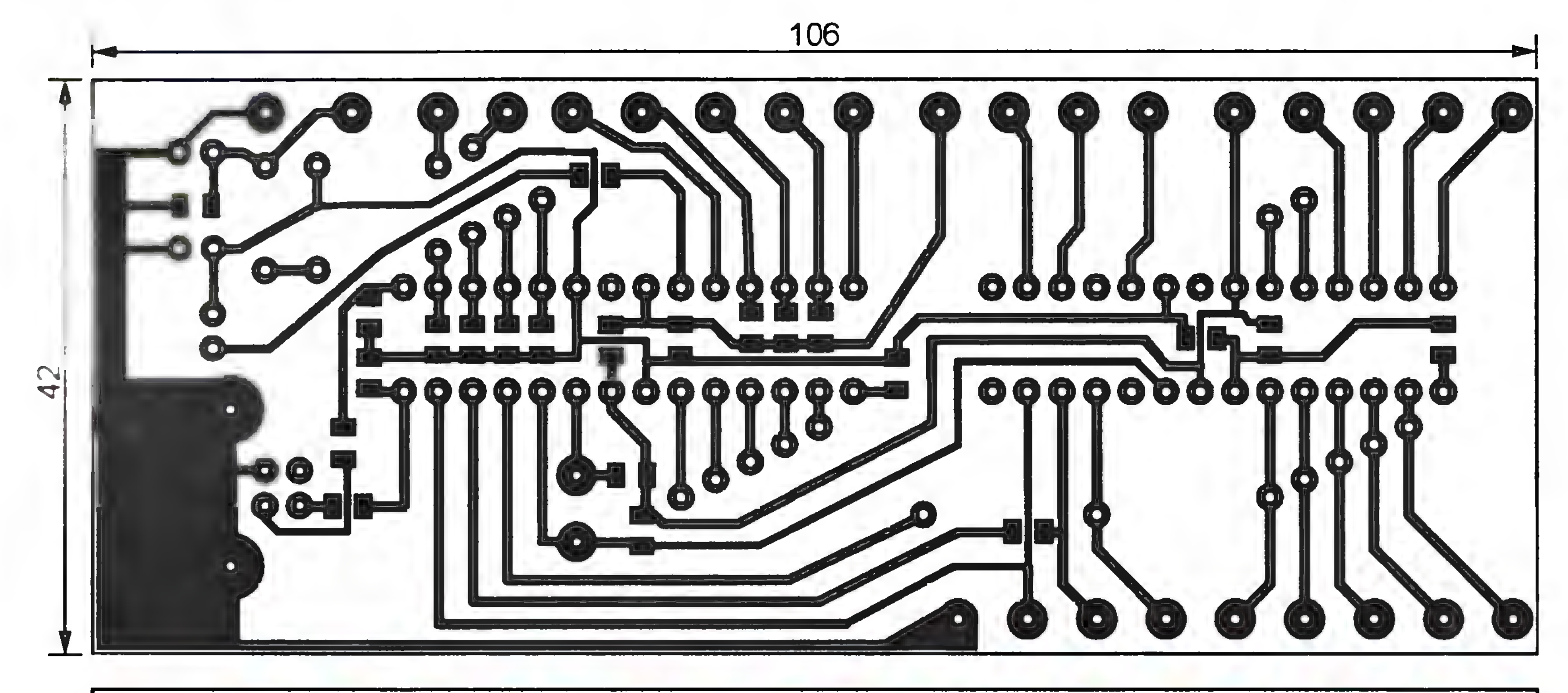
SDR-приемник

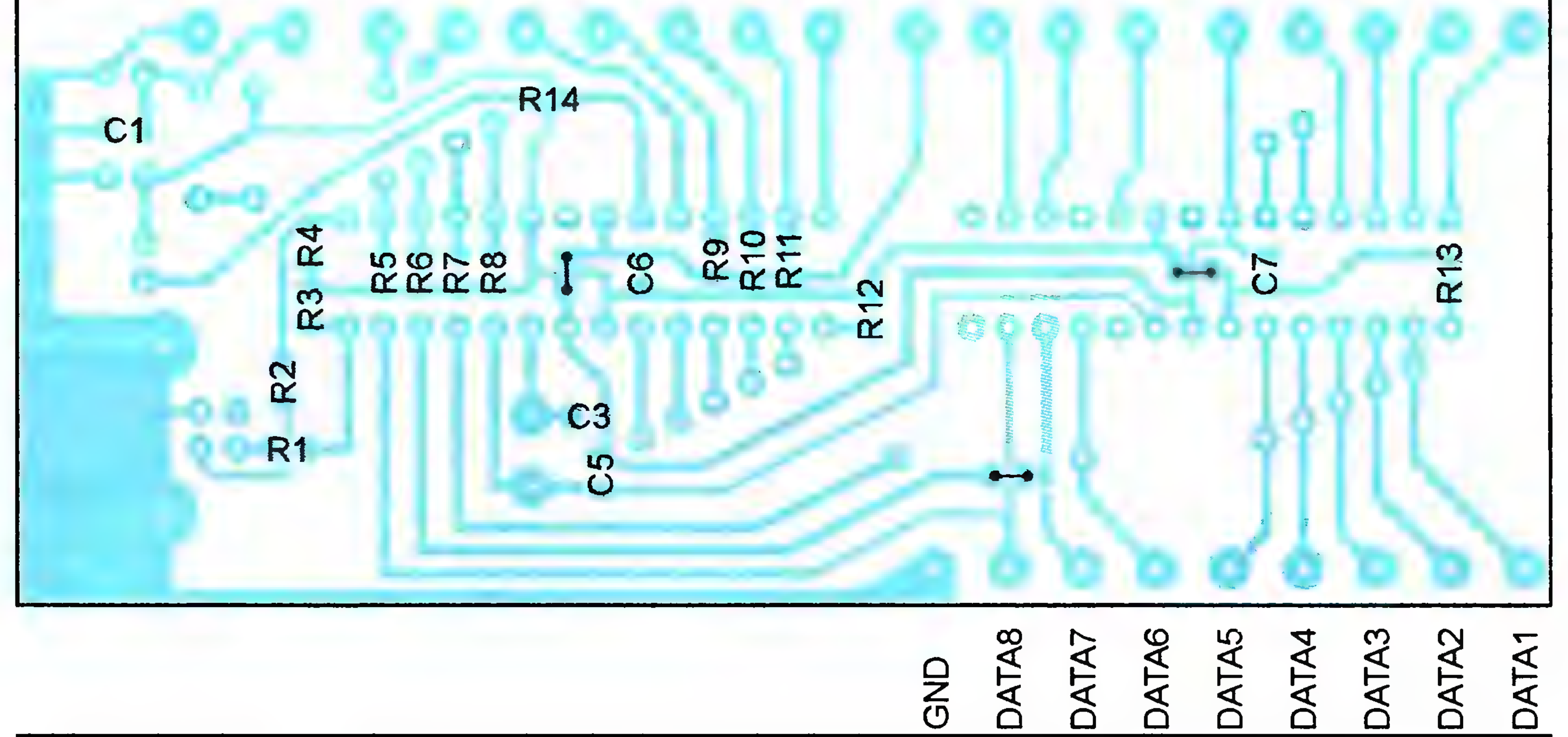
Николай ХЛЮПИН (RA4NAL), г. Киров

Блок управления собран на односторонней печатной плате из фольгированного стеклотекстолита (**рис. 11**). Резисторы и конденсаторы для поверхностного монтажа можно использовать типоразмеров как 0805, так и 1206. Оксидные конденсаторы обычного типа, микроконтроллеры в корпусах DIP.

посылок. Программа синхронизируется только по первому перепаду уровней на шине в начале каждого информационного пакета. Поэтому требования к стабильности тактовой частоты довольно жесткие.

На плате предусмотрены выводы всех линий LPT-порта, созданного пре-





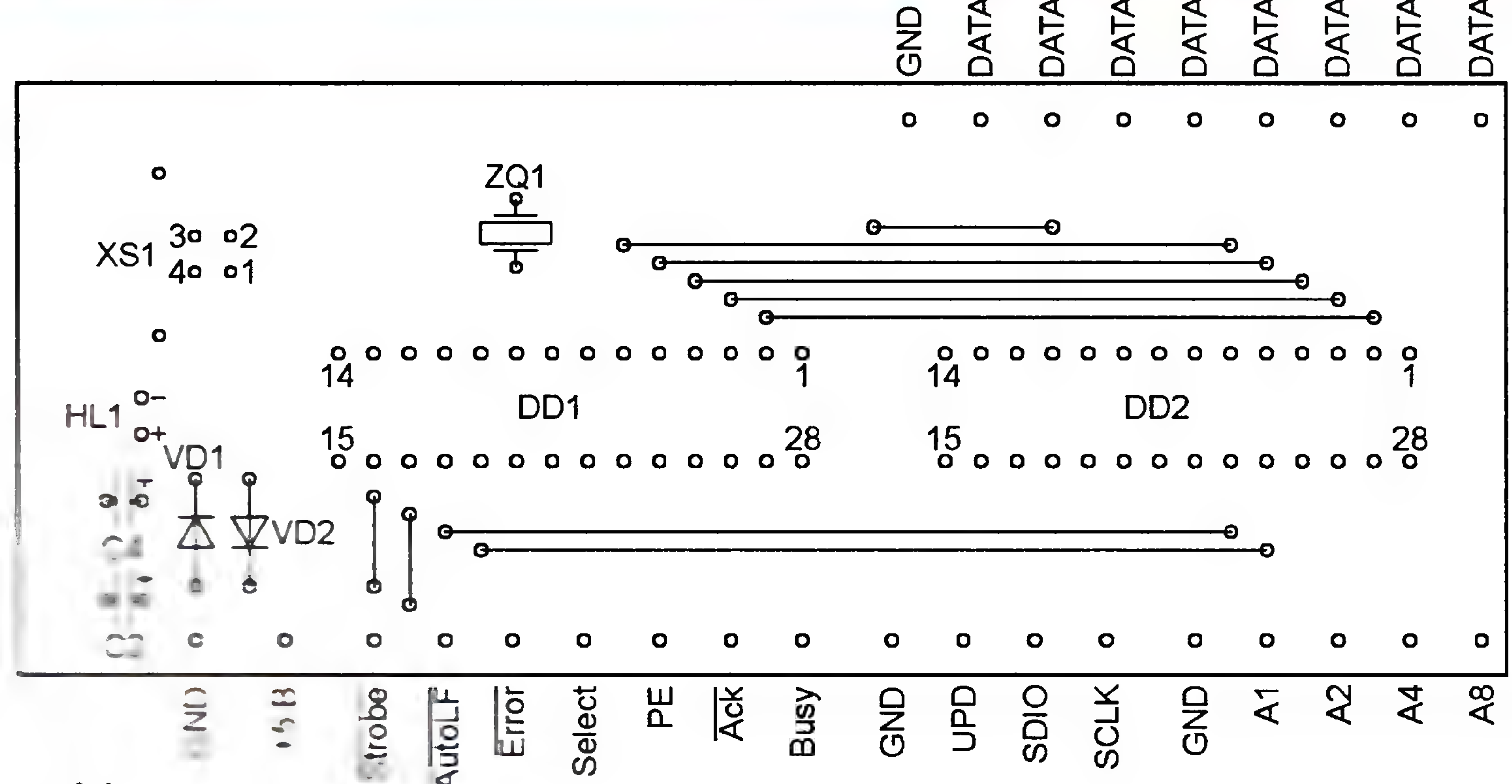


Рис. 11

Кварцевый резонатор ZQ1 должен быть на 12 МГц. Хотя на сайте [2] есть вариант программы, использующей внутренний тактовый RC-генератор микроконтроллера, в данном случае я бы не рекомендовал ее использовать. Дело в том, что при программной реализации протокола USB быстродействия микроконтроллера недостаточно для синхронизации на уровне элементарных

Продолжение. Начало см. в "Радио", 2010, № 12; 2011, № 3

образователем на микроконтроллере DD1. В приемнике они не используются, но могут потребоваться в дальнейшем, если на базе этого приемника возникнет желание сконструировать трансивер.

Налаживания блок управления не требует, нужно только правильно запрограммировать микроконтроллеры. В DD1 загружают файл usb2lpt5.hex, а в DD2 — sdr_ad9951.hex. Конфигурация микроконтроллеров описана в файле sdr_fuse.txt.

Диапазонные фильтры

Любой приемник прямого преобразования имеет побочные каналы приема на частотах, кратных частоте гетеродина. В данном случае для управления электронными ключами смесителя использован богатый гармониками сигнал прямоугольной формы. Наибольшую амплитуду в его спектре имеют нечетные гармоники, поэтому наиболее сильные помехи проникают в приемник на частотах вблизи $3f_п$, $5f_п$, $7f_п$ и так далее. Здесь $f_п$ — основная частота приема. В зависимости от режима работы фазорасщепителя на основной плате она в четыре или в два раза ниже частоты $f_г$.

Помехи, проникающие по паразитным каналам приема, можно наглядно наблюдать в любительском диапазоне 160 метров. Если между антенной и смесителем нет полосового фильтра, весь диапазон кажется забитым радиостанциями с амплитудной модуляцией. В действительности эти станции работают в радиовещательном диапазоне 31 метр и принимаются на пятой гармонике частоты коммутации электронных ключей смесителя.

По этой причине SDR-приемник обязательно должен иметь на входе ФНЧ или полосовой фильтр, пропускающий полезный сигнал, но эффективно подавляющий те сигналы, частота которых лежит вблизи гармоник частоты приема. Обычно для этого нет необходимости делать узкополосный преселектор, перестраиваемый вместе с гетеродином. Достаточно иметь несколько переключаемых диапазонных фильтров.

Схема блока диапазонных фильтров показана на **рис. 12**. Для перекрытия всего диапазона частот от 30 кГц до 65 МГц установлены 9 фильтров с входным и выходным сопротивлением 50 Ом. Их переключают электромагнитными реле. Когда питание приемника выключено и обмотки реле обесточены, все фильтры отключены от антенны, что в какой-то степени уменьшает опасность повреждения приемника во время грозы.

За основу взята схема из описания одной из модификаций трансивера SDR-1000, которая, в свою очередь, практически повторяет схему интегральных субоктавных полосовых фильтров из [3]. Только в диапазоне ниже 2,5 МГц вместо полосового фильтра я применил П-образный ФНЧ. Данные фильтров сведены в **табл. 2**, а их схемы показаны на **рис. 13—15**.

Поскольку на частотах ниже 1,8 МГц дальний прием сегодня практически невозможен, я оставил самый низкочастотный диапазон как обзорный, "на всякий случай", и не стал усложнять схему. В таблице приведены также параметры полосового фильтра 1* на 1,6...2,5 МГц. Его можно использовать вместо ФНЧ (фильтра 1), если есть уверенность, что прием сигналов с частотами ниже 1,6 МГц не потребуется.

Если же прием в диапазонах длинных и средних волн все-таки представляет интерес, можно установить на входе приемника дополнительный внешний перестраиваемый контур. А местные станции в этих диапазонах можно принимать и без фильтров.

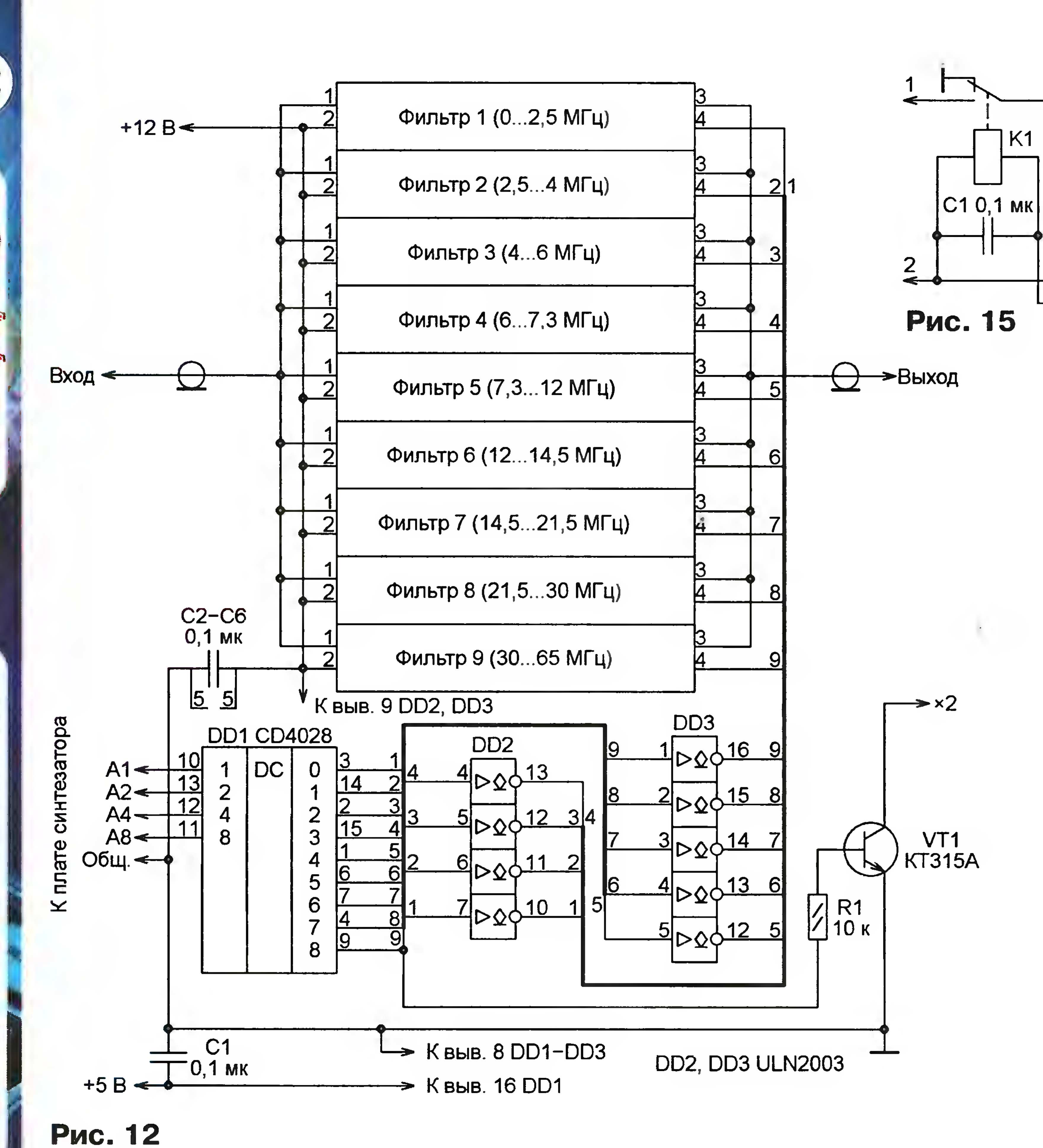


Рис. 12

1 C4 L2 3
K1 L1 C3 L3 C5 K2
C1 0,1 мк C2 0,1 мк
2 4

Рис. 15

На микросхеме DD1 (CD4028, отечественный аналог К561ИД1) собран дешифратор команд управления. DD2 и DD3 — наборы транзисторных ключей средней мощности, которые управляют реле. Транзистор VT1 формирует сигнал ×2, переключающий в диапазоне 30...65 МГц фазорасщепитель сигнала гетеродина на основной плате приемника в режим деления частоты не на четыре, а на два, и этим увеличивающий частоту приема вдвое.

Все катушки фильтров намотаны на кольцах из карбонильного железа T50-6 фирмы Amidon. Несмотря на высокую стоимость, я применил кольца именно этой фирмы. Во-первых, добротность намотанных на них катушек получается высокой, что позволяет получить малое затухание сигнала в полосе прозрачности фильтра. Во-вторых, катушки на кольцевых магнитопроводах имеют незначительное поле рассеяния и их необязательно экранировать. В-третьих, фактические значения индуктивности полностью соответствуют расчетным, а это существенно облегчает настройку фильтров.

Таблица 2

Фильтр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	1*
Полоса пропускания, МГц	0...2,5	2,5...4	4...6	6...7,3	7,3...12	12...14,5	14,5...21,5	21,5...30	30...65	1,6...2,5
Схема	Рис. 13	Рис. 14	Рис. 14	Рис. 14	Рис. 14	Рис. 14	Рис. 14	Рис. 14	Рис. 15	Рис. 14
C3, пФ	1500	240	120	110	68	56	47	33	100	390
C4, пФ	3000	150	68	33	56	22	30	18	56	220
C5, пФ	1500	180	100	100	56	43	33	27	100	300
C6, пФ	Нет	150	68	33	56	22	30	18	Нет	220
C7, пФ	Нет	240	120	110	68	56	47	33	Нет	390
L1, мкГн (витков)	3,8 (31)	6,6 (41)	5 (36)	3,75 (31)	2,2 (24)	1,75 (21)	1,156 (16)	0,78 (13)	0,15 (5)	11,6 (54)
L2, мкГн (витков)	3,8 (31)	6,6 (41)	5 (36)	3,75 (31)	2,2 (24)	1,75 (21)	1,156 (16)	0,78 (13)	0,27 (7)	11,6 (54)
L3, мкГн (витков)	Нет	6,6 (41)	5 (36)	3,75 (31)	2,2 (24)	1,75 (21)	1,156 (16)	0,78 (13)	0,15 (5)	11,6 (54)
Диаметр провода, мм	0.5	0.28	0.28	0.5	0.5	0.5	0.7	0.7	0.7	0.2

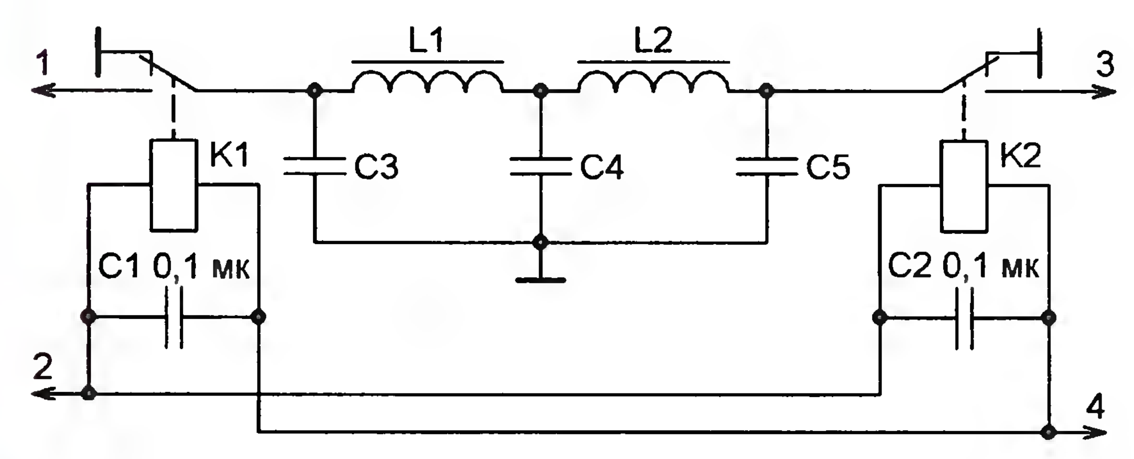


Рис. 13

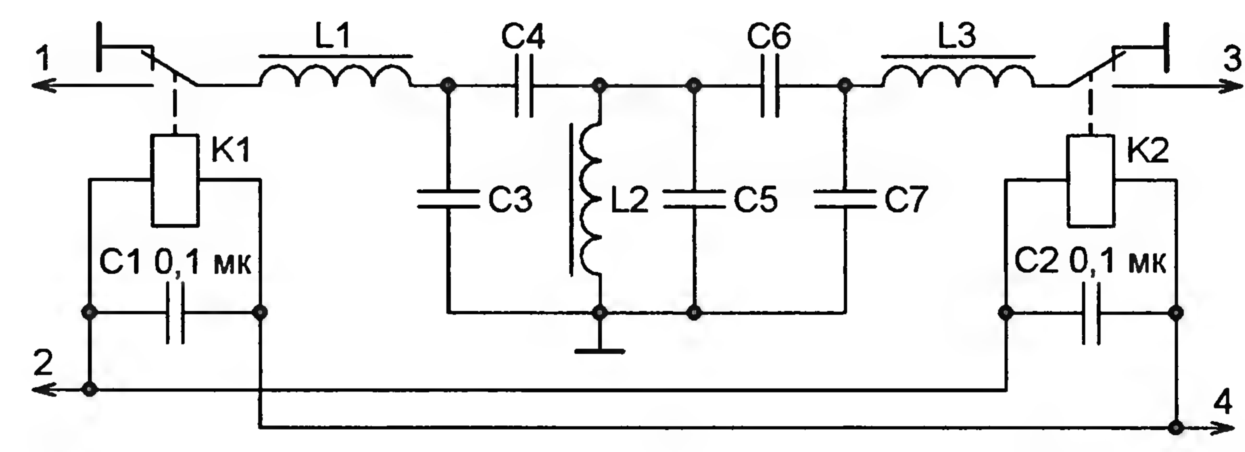


Рис. 14

Можно, конечно, использовать и отечественные кольца из феррита ВН20, ВН30 или ВН50. Но число витков каждой катушки придется подбирать индивидуально. Кроме того, на таких кольцах нет никакой маркировки. Очень велика вероятность приобрести под маркой ВН30 другие, более распространенные и гораздо более дешевые, например, из феррита 2000НМ. По внешнему виду их очень сложно различить.

Число витков катушек рассчитано программой WinToroids [4]. Для фильтров 1—6 никакой настройки не потребовалось, в фильтрах 7—9 число витков всех катушек пришлось уменьшить на единицу по сравнению с расчетным. Катушки самого высокочастотного фильтра 9 могут быть и бескаркасными, число их витков придется подобрать экспериментально.

ЛИТЕРАТУРА

3. **Ред Э.** Справочное пособие по высокочастотной схемотехнике. — М.: Мир, 1990.

4. Heros technology Ltd. Downloads. — <**http://www.herostechnology.co.uk/pages/downloads.html**>.

(Продолжение следует)

Обратная связь

В статье Р. Акопова "ВЧ вольтметр с линейной шкалой" ("Радио", 2011, № 2, с. 61—63) номинал резистора R9 на рис. 1 должен быть 4,7 МОм, а не 4,7 кОм.

КВ эквивалент антенны

Борис СТЕПАНОВ (RU3AX), г. Москва

Для налаживания аппаратуры и контроля её состояния в процессе эксплуатации на любительской радиостанции необходим эквивалент антенны, который бы обеспечивал проведение этой работы во всей используемой частотной полосе и при полной выходной мощности передатчика (трансивера). Изготовить такое устройство в домашних условиях возможно, даже если у вас нет мощных специализированных резисторов ТВО или УНУ.

Для решения задачи обычно используют включенные параллельно резисторы МЛТ и им подобные. При мощности рассеивания каждого из резисторов 2 Вт реально сделать не требующий налаживания эквивалент антенны мощностью рассеивания несколько десятков ватт, работающий во всём КВ диапазоне, т. е. вплоть до 30 МГц [1]. Здесь ключевыми являются слова "не требующий налаживания". Имеется в виду, что такой эквивалент с сопротивлением 50 Ом на постоянном токе заведомо не будет иметь заметных реактивных составляющих на частоте 30 МГц или, иными словами, его собственный КСВ равен 1.

Однако в большинстве случаев трансиверы, используемые на любительских радиостанциях, имеют выходную мощность 100 Вт. Решение "в лоб" — увеличить число включенных параллельно резисторов, чтобы повысить рассеиваемую мощность до этого значения, — не работает. Его верхняя рабочая частота становится заметно ниже 30 МГц. Другое естественное решение — использовать принудительное воздушное охлаждение резисторов, входящих в эквивалент антенны. Компактная конструкция в виде "беличьего колеса" [1] удобна с точки зрения минимизации паразитных (конструктивных) емкости и индуктивности, но не подходит для реализации эффективного обдува резисторов.

Эксперименты, проведенные испанским коротковолновиком Луисом Санчесом Пересом (EA4NH) [2], показали, что собственный КСВ эквивалента антенны, изготовленного из резисторов малой мощности, в частотной полосе до 30 МГц будет близок к единице и при расположении этих резисторов в ряд. А такое конструктивное решение уже позволяет легко организовать их принудительное воздушное охлаждение.

В своей конструкции EA4NH применил 36 резисторов сопротивлением 1800 Ом с рассеиваемой мощностью 2 Вт, которые были размещены в два ряда на печатной плате (**рис. 1**) размерами 168×81 мм. Даже с естественным охлаждением такой эквивалент антенны сопротивлением 50 Ом при расположении платы в горизонтальной плоскости уже будет рассеивать мощность около 70 Вт. Плата имеет два прямоугольных окна, в которых распаивают резисторы.

Для принудительного охлаждения автор использовал стандартные вентиляторы от компьютеров, которые крепят к плате с резисторами на стойках, как это показано на **рис. 2**. Вся эта конструкция размещена в прямоугольном корпусе с вентиляционными отверстиями, в котором находится ещё и источник питания вентиляторов.

По утверждению автора, такой эквивалент антенны на частоте до 30 МГц имеет собственный КСВ, равный 1 и достигающий значения 1,3 на УКВ диапазоне 2 метра. С включенными вентиляторами, в зависимости от исполнения корпуса (например, числа и площади сечения его вентиляционных отверстий), этот эквивалент может длительное время рассеивать мощность до 400 Вт.

CARGA ARTIFICIAL EA4NH

Рис. 1

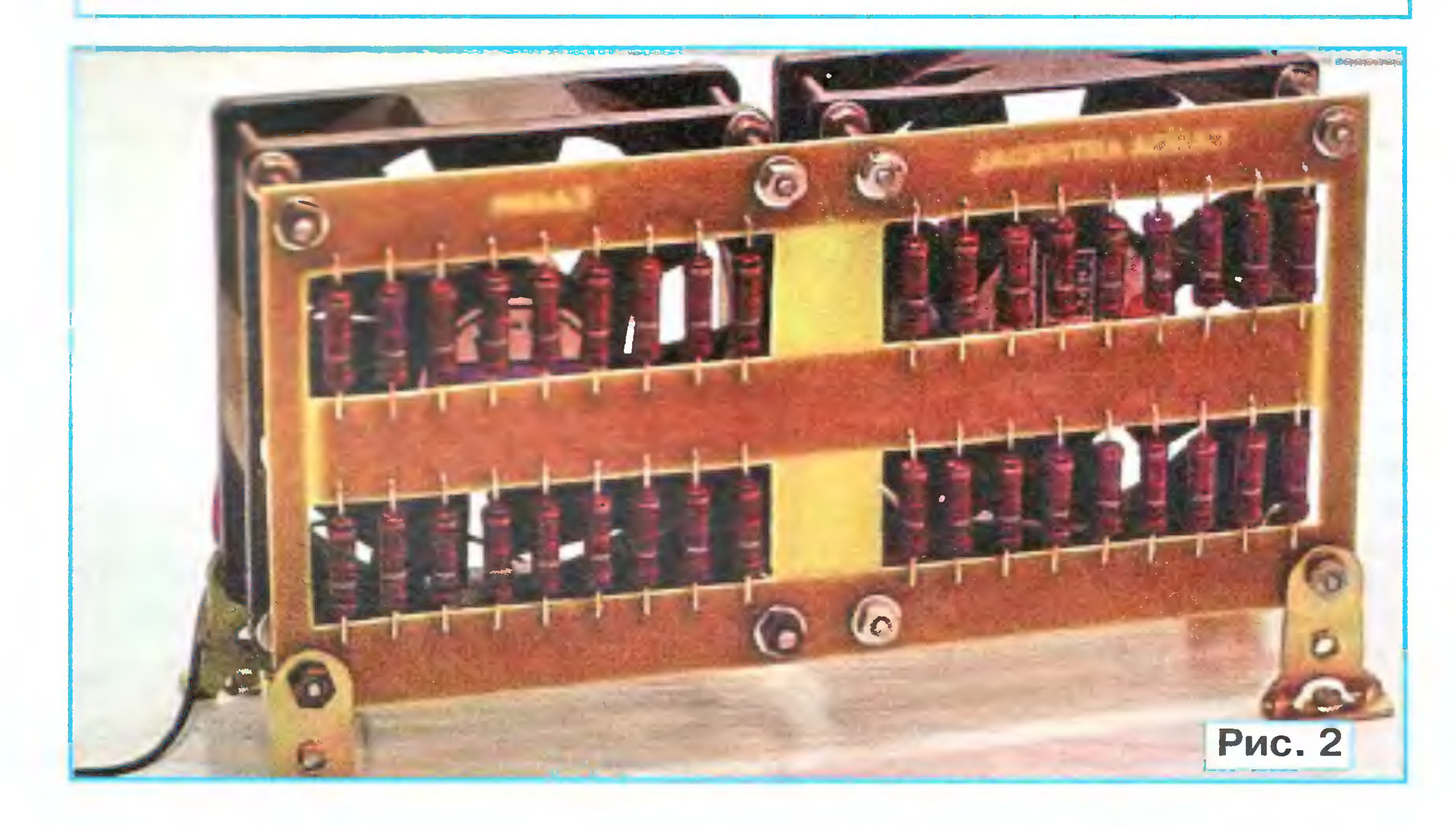


Рис. 2

ЛИТЕРАТУРА

1. **Степанов Б.** Эквивалент антенны. — Радио, 1999, № 3, с. 60.

2. **Luis Sanchez Perez.** Carga Artificial. — Radioaficionados, 2008, Julio, p. 20—22.

ЖУРНАЛ
РАДИО
АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ

Получатель ЗАО «Журнал «Радио»
ИНН 7708023424, р/с 40702810438090103159,
ОАО «Сбербанк России», г. Москва,
К/с 30101810400000000225, БИК 044525225,
КПП 770801001,
ОКОНХ 87100, 84300, 71500, ОКПО 41555365

Уважаемые читатели!

Наложенным платежом редакция журналы и наборы не высылает!

Редакция журнала «Радио» совместно с ООО «Чип набор» распространяет наборы для радиолюбителей (подробнее на сайте по адресу: http://www.radio.ru/news/097/):

1. «USB программатор микроконтроллеров AVR и AT89S, совместимый с AVR910». Схема и описание программатора опубликованы в журнале «Радио» № 7 за 2008 г., автор А. Рыжков, г. Новокузнецк. При изготовлении набора были учтены пожелания читателей, и принципиальная схема USB программатора была соответствующим образом доработана.

2. «Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676», описание которого опубликовано в статьях В. Шкильменского («Радио», 2008, № 11, с. 36—38; 2009, № 4, с. 38, 39). Устройство доработано, изменена его схема, усовершенствована программа микроконтроллера. Блок зажигания, собранный из этого набора, может работать в четырех режимах:

— без электронного датчика разрежения;

— с самодельным датчиком разрежения (в комплект не входит, подробно о его конструкции можно прочитать в журнале «Радио» № 11 за 2008 г.);

— с промышленным датчиком абсолютного давления ДАД 45.3829 (в комплект не входит, можно купить в магазинах автозапчастей);

— в качестве формирователя угла ОЗ для работы с бесконтактной системой зажигания.

3. «Цифровое устройство защиты с функцией измерения», описание которого опубликовано в статьях «Цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2005, № 1, с. 32—34) и «Усовершенствованное цифровое устройство защиты с функцией измерения» («Радио», 2007, № 7, с. 26—28), автор Н. Заец. Устройство предназначено для использования совместно с блоком питания или зарядным устройством. Прибор защищает нагрузку от перегрузки по току и от превышения напряжения питания. Кроме того, он обеспечивает удобную цифровую индикацию тока и напряжения, установку пределов срабатывания защиты и их сохранение в энергонезависимой памяти.

Каждый набор включает в себя запрограммированный микроконтроллер, печатную плату с нанесенным на ней (для удобства монтажа) расположением элементов (вид со стороны деталей), набор деталей, инструкцию с описанием монтажа и настройки.

Стоимость с отправкой по почте ценной бандеролью по РОССИИ:

1. Набор для сборки «USB программатор» — 690 рублей.
2. Набор для сборки «Переходник для программирования МК ATmega» — 280 рублей.
3. Корпус (подходит только для набора «USB программатор») — 180 рублей.
4. Провод соединительный «USB A-B 1,5 метра» — 180 рублей.

Все 4 наименования — 1060 рублей.

5. Набор «Блок зажигания — регулятор угла ОЗ на микроконтроллере PIC16F676» — 1400 рублей.
6. Набор «Цифровое устройство защиты с функцией измерения» — 1100 рублей.



Деньги за интересующие вас журналы или наборы нужно отправить переводом на расчетный счет, указанный выше.
На бланке обязательно напишите, за какие журналы или наборы вы переводите деньги и укажите свой точный почтовый адрес с почтовым индексом. После того как деньги поступят на расчетный счет, мы отправим ваш заказ.

В редакции журнала «Радио» можно приобрести журналы

Год выпуска	Номер журнала	Стоимость одного номера в редакции	Стоимость одного номера с пересылкой	
			в Россию	в остальные страны
2006	1—12	15 руб.	47 руб.	75 руб.
2007	1—12	25 руб.	57 руб.	85 руб.
2008	1—12	35 руб.	70 руб.	95 руб.
2009	1—6	45 руб.	80 руб.	105 руб.
2009	7—12	50 руб.	85 руб.	110 руб.
2010	с 1—12	60 руб.	95 руб.	120 руб.
2011	с 1—го	70 руб.	105 руб.	130 руб.

Начинается подписка на второе полугодие 2011 года.

Подписная цена одного номера журнала по каталогу РОСПЕЧАТИ — 70 рублей.

Каталог Агентства РОСПЕЧАТЬ — 70772.
Подписка на 6 номеров (без учета стоимости местной доставки) — 420 рублей.
Все, что вы платите сверх этой суммы,— подписная цена, в которую входит стоимость услуг по доставке журнала от вашего узла связи до вашего дома.
При подписке по другим каталогам цена может отличаться в большую или в меньшую сторону (зависит от стоимости местной доставки).

Объединённый каталог «Пресса России» — 89032.
«Каталог Российской прессы» Почта России — 61972.

Наш адрес: 107045, г. Москва, Селиверстов пер., 10 (станция метро «Сухаревская»). С 10.00 до 17.00, без перерыва. В пятницу — с 10.00 до 16.00.